



**Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**QUEMA COMO HERRAMIENTA
EN EL ESTABLECIMIENTO
DE PASTURAS EN COBERTURA**

por

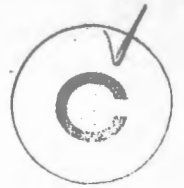
**Pedro LARROSA LARROSA
Marcelo CORDERO MENDEZ
Martín BARTABURU OLARREAGA**

T E S I S

1996

MONTEVIDEO

URUGUAY



T. 3454

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

QUEMA COMO HERRAMIENTA EN EL
ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS
EN COBERTURA

por

Pedro LARROSA LARROSA
Marcelo CORDERO MENDEZ
Martín BARTABURU OLARREAGA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS Y
CENTRO DE DOCUMENTACION

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo (orientación
Agrícola Ganadera)

MONTEVIDEO
URUGUAY

1986

Tesis aprobada por:

Director: .

Fecha:

Autor: .

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. <u>CARACTERISTICAS DEL FUEGO SOBRE LA VEGETACION</u>	3
2.1.1. <u>Temperatura y perfil de temperatura</u> ...	3
2.1.2. <u>Efecto del viento</u>	6
2.1.3. <u>Combustible: cantidad y calidad</u>	8
2.1.4. <u>Humedad del suelo</u>	10
2.1.5. <u>Pendiente</u>	12
2.2. <u>MODIFICACION DEL AMBIENTE DE IMPLANTACION POR EL FUEGO</u>	13
2.2.1. <u>Efectos sobre el suelo</u>	13
2.2.1.1. <u>Propiedades químicas</u>	13
2.2.1.1.1. <u>Nutrientes</u>	13
2.2.1.1.2. <u>Materia orgánica</u> ...	20
2.2.1.1.3. <u>PH</u>	22
2.2.1.2. <u>Propiedades físicas</u>	23
2.2.1.3. <u>Erosión</u>	24
2.2.1.4. <u>Temperatura y humedad del suelo</u>	26
2.2.2. <u>Efecto del fuego sobre los microorganismos del suelo</u>	28
2.2.3. <u>Quema y su efecto sobre la cama de residuos</u>	30
2.3. <u>DESARROLLO Y PRODUCCION VEGETAL POST-QUEMA</u> ...	32
2.3.1. <u>Germinación y sobrevivencia de las semillas</u>	32
2.3.2. <u>Rebrote</u>	33
2.3.3. <u>Tamaño y vigor</u>	35
2.3.4. <u>Floración</u>	37
2.3.5. <u>Dinámica del recubrimiento</u>	39
2.3.6. <u>Producción</u>	43
2.3.7. <u>Utilización y calidad</u>	45
2.4. <u>MANEJO DE LA QUEMA</u>	50
2.4.1. <u>Objetivos</u>	50
2.4.2. <u>Dónde quemar</u>	51
2.4.3. <u>Cuando quemar</u>	53
2.4.3.1. <u>Estación</u>	53
2.4.3.2. <u>Día de quema</u>	54

2.4.4.	<u>Como quemar</u>	55
2.4.5.	<u>Manejo post-quema</u>	56
3.	<u>MATERIALES Y METODOS</u>	61
3.1.	UBICACION.....	61
3.2.	CARACTERIZACION DEL TAPIZ.....	63
3.3.	CONDICIONES CLIMATICAS.....	64
3.4.	SEMILLAS.....	69
3.5.	CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES SEMBRADAS....	71
3.5.1.	<u>Leguminosas</u>	71
3.5.2.	<u>Gramíneas</u>	74
3.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	76
3.7.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	76
3.7.1.	<u>Características de la quema</u>	76
3.7.2.	<u>Características del corte</u>	77
3.7.3.	<u>Inoculación</u>	77
3.7.4.	<u>Siembra</u>	78
3.8.	METODOLOGIA.....	78
3.8.1.	<u>Estudio de la precocidad en el desarrollo inicial</u>	79
3.9.	ANALISIS ESTADISTICO.....	80
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	81
4.1.	EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL TAPIZ NATIVO.	81
4.1.1.	<u>Disponibilidad y composición botánica</u> .	81
4.1.2.	<u>Estructura del tapiz</u>	85
4.2.	IMPLANTACION.....	90
4.2.1.	<u>Implantación sobre tapiz cortado</u>	94
4.2.1.1.	Gramíneas.....	94
4.2.1.2.	Leguminosas.....	96
4.2.2.	<u>Implantación sobre tapiz quemado</u>	99
4.2.2.1.	Gramíneas.....	99
4.2.2.2.	Leguminosas.....	100
4.3.	ESTUDIO DE LA PRECOCIDAD EN EL DESARROLLO INICIAL.....	102
4.3.1.	<u>Gramíneas</u>	105
4.3.2.	<u>Leguminosas</u>	107
4.4.	DINAMICA DE IMPLANTACION.....	109
4.5.	EFECTO DEL MICROSITIO DE IMPLANTACION.....	123
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	128
6.	<u>RESUMEN</u>	131

7.	<u>SUMMARY</u>	133
8.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	135

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1 Análisis de fertilidad del suelo	62
2 Frecuencias y dimensiones de las principales malezas	62
3 Datos climáticos	68
4 Características de las especies	70
5 Disponibilidad y composición botánica según fecha y tratamiento	83
6 Efecto de la quema sobre los diferentes grupos botánicos en relación al corte de la pastura	83
7 Estructura del tapiz	88
8 Estructura del tapiz	88
9 Implantación promedio final	91
10 Implantación : corte a 120 días	93
11 Implantación : quema a 120 días	93
12 Índice de velocidad de desarrollo inicial	104
13 Índice de velocidad de desarrollo inicial	104
14 Dinámica de la implantación (sin quema)	118
15 Dinámica de la implantación (quema)	118
16 Porcentajes de establecimiento a 30 días	122
17 Efecto del sitio de establecimiento	126
18 Comportamiento de gramíneas según sitio de implantación	127
19 Comportamiento de leguminosas según sitio de implantación	127

Figura N°	Página
1b Mapa de suelos	62
1 Precipitaciones mensuales	65
2 Precipitaciones 1992	66
3 Temperatura °C (Desviaciones del promedio)	67
4 Evolución de la composición botánica	86
5 Estructura del tapiz (corte)	89
6 Estructura del tapiz (quema)	89
7 Implantación promedio final	91
8 Implantación de gramíneas	97
9 Implantación de leguminosas	98
10 Índice de velocidad de desarrollo de cada especie en ambos tratamientos	106
11 Dinámica de la implantación (corte)	111
12 Dinámica de la implantación (gramíneas-corte)	114
13 Dinámica de la implantación (leguminosas-corte)	115
14 Dinámica de la implantación (quema)	116
15 Dinámica de la implantación (gramíneas-quema)	119
16 Dinámica de la implantación (leguminosas-quema)	120
17 Implantación a 120 días según sitio	126

1. INTRODUCCION

Los mejoramientos extensivos constituyen una alternativa valiosa en el aumento de la producción primaria del campo natural, principal sustento de la pecuaria nacional. Mediante éstos se pueden lograr aumentos de rendimiento y calidad del tapiz, así como una oferta de forraje más equilibrada a lo largo del año.

Las principales causas de fracasos en la implementación de los mejoramientos se originan en la fase de establecimiento de las especies a introducir en el tapiz natural.

Desde 1989 la cátedra de forrajeras dió inicio al proyecto "Evaluación de especies en cobertura sobre campo natural", donde se evalúan en una primera etapa un alto número de especies y variedades en mejoramientos extensivos, durante las etapas de implantación.

Continuando con ese proyecto, se realiza el presente trabajo en la Estación Experimental San Antonio de Salto en 1992, evaluándose las especies consideradas promisorias anteriormente y poniéndose énfasis en el tratamiento sobre el tapiz natural previo a la siembra.

La quema de pasturas como tratamiento previo tiene escasos antecedentes a nivel nacional, sin embargo es muy usada año a año buscando mejorar la calidad de campos endurecidos.

El principal objetivo de este estudio es evaluar la implantación de las diferentes especies y variedades sobre el campo quemado, y aportar datos sobre la evolución del tapiz natural luego del fuego.

La primera parte de este trabajo consiste en una revisión de antecedentes, enfocados principalmente sobre la quema de la vegetación y sus efectos sobre el ecosistema. Consideramos que los trabajos anteriores de este proyecto ya han presentado revisiones bibliográficas muy completas sobre las etapas y variables que definen el proceso de establecimiento.

La segunda etapa abarca el ensayo en sí donde se analiza la implantación de trece especies y variedades en distintos tratamientos del tapiz. Se intenta conocer durante el período de establecimiento el efecto del microambiente en el desarrollo de las plántulas, relevando en cada

tratamiento del tapiz la cantidad de sitios seguros de implantación que se generan para las distintas especies.

1. INTRODUCCION

Los mejoramientos extensivos constituyen una alternativa valiosa en el aumento de la producción primaria del campo natural, principal sustento de la pecuaria nacional. Mediante éstos se pueden lograr aumentos de rendimiento y calidad del tapiz, así como una oferta de forraje más equilibrada a lo largo del año.

Las principales causas de fracasos en la implementación de los mejoramientos se originan en la fase de establecimiento de las especies a introducir en el tapiz natural.

Desde 1989 la cátedra de forrajeras dió inicio al proyecto "Evaluación de especies en cobertura sobre campo natural", donde se evalúan en una primera etapa un alto número de especies y variedades en mejoramientos extensivos, durante las etapas de implantación.

Continuando con ese proyecto, se realiza el presente trabajo en la Estación Experimental San Antonio de Salto en 1992, evaluándose las especies consideradas promisorias anteriormente y poniéndose énfasis en el tratamiento sobre el tapiz natural previo a la siembra.

La quema de pasturas como tratamiento previo tiene escasos antecedentes a nivel nacional, sin embargo es muy usada año a año buscando mejorar la calidad de campos endurecidos.

El principal objetivo de este estudio es evaluar la implantación de las diferentes especies y variedades sobre el campo quemado, y aportar datos sobre la evolución del tapiz natural luego del fuego.

La primera parte de este trabajo consiste en una revisión de antecedentes, enfocados principalmente sobre la quema de la vegetación y sus efectos sobre el ecosistema. Consideramos que los trabajos anteriores de este proyecto ya han presentado revisiones bibliográficas muy completas sobre las etapas y variables que definen el proceso de establecimiento.

La segunda etapa abarca el ensayo en sí donde se analiza la implantación de trece especies y variedades en distintos tratamientos del tapiz. Se intenta conocer durante el período de establecimiento el efecto del microambiente en el desarrollo de las plántulas, relevando en cada

tratamiento del tapiz la cantidad de sitios seguros de implantación que se generan para las distintas especies.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1. CARACTERISTICAS DEL FUEGO SOBRE LA VEGETACION

2.1.1. Temperatura y perfil de temperatura

Al valorar la severidad del fuego, deben considerarse básicamente dos aspectos : la magnitud del cambio de temperatura y la duración de dicho cambio (Hobbs y Gimingham, 1987).

Daubenmire, (1968); señala que la temperatura que alcanza una comunidad vegetal al quemarse, depende de varios factores. Entre ellos destaca: la especie, la cantidad y disposición del combustible, la condiciones predominantes durante el tiempo de quema, la exposición de la pendiente, y la época del año en que se realiza la quema.

Existen importantes diferencias en las temperaturas alcanzada por la quema según cual sea la especie dominante (Daubenmire, 1968). Las especies leñosas alcanzan mayores temperaturas que las plantas herbáceas. En quemas de pastizales las mayores temperaturas encontradas han oscilado entre 650 y 950°C, mientras que las temperaturas en incendios forestales pueden llegar a 1150°C, (Daubenmire, 1968).

En las comunidades leñosas la quema completa es más difícil de lograr. Las pasturas son las que alcanzan la menor temperatura en superficie con una menor cantidad de combustible (Daubenmire, 1968).

Las mayores temperaturas se asocian a fuegos con viento en contra, mayores cantidades de combustible y que éste comprenda especies leñosas.

Son muchos las experiencias que han registrados los rangos de temperaturas máximas durante la quema; éstas están comprendidas entre valores bajos (140°C), hasta altos (950°C), esa gran variabilidad en las temperaturas máximas alcanzadas se explica por las diferentes condiciones de quema descritas por los autores. Los datos comprendidos

en este rango provienen de quemas con diferente cantidad y calidad de combustible, distintas condiciones climáticas, técnicas de quema diferentes, etc, (Whittaker, 1961, Kenworthy, 1963, Kayll's, 1966, Hobbs y Gimingham, 1984, citados por Hobbs y Gimingham, 1987); (Marson, 1949, cit. por Daubenmire, 1968); (Bayley y Anderson, 1980).

Daubenmire, (1968); menciona que las quemas de pasturas suelen alcanzar 300°C, tanto para parte aérea como en la superficie del suelo pero este intenso calor es de corta duración (minutos), y por ende las pasturas perennes sufren daños mínimos.

También existe un efecto de la temperatura reinante al momento de quemar sobre la temperatura alcanzada por el fuego; por esto, las quemas de verano suelen ser más severas, llegando a causar daños por las altas temperaturas alcanzadas y por oxidación del humus (Hobbs y Gimingham, 1987).

La mayoría de los trabajos revisados coinciden en señalar que el pico de temperatura máxima es muy breve y rápidamente éste baja a valores no dañinos para la superficie del suelo.

Norton y McGarity, (1965); afirman que el característico pico agudo de ascenso y descenso de temperatura, es evidente sólo en los primeros centímetros del suelo y los altos registros se mantienen por breves períodos. En este ensayo la duración de las temperaturas por encima de 25°C nunca excedió los cinco minutos y por lo general fueron menores a dos minutos.

Otro trabajo indica que cuando el fuego eleva la temperatura de la superficie, hasta 450°C, esta temperatura se mantiene solamente por una fracción de segundos, (Ruyle, Roundy y Cox, 1988).

Con respecto a esto también se ha encontrado que cuando las temperaturas alcanzaban los 200°C nunca se mantenían por más de un minuto, (Pitot y Marson, 1951; cit. por Daubenmire, 1968).

Un aspecto importante a considerar en cuanto a las temperaturas máximas alcanzadas al quemar, es la altura sobre

la superficie del suelo en que éstas se dan. Según Daubenmire, (1968); la temperatura máxima alcanzada por el fuego es usualmente mayor a cierta distancia del suelo. Esta distancia varía con el tipo de vegetación, la cantidad de combustible, y las condiciones experimentales.

En la mayoría de los trabajos consultados que registran temperatura a diferentes alturas durante la quema, se da un ascenso gradual de ésta hasta cierta altura, descendiendo más abruptamente de ahí en más.

En pasturas bajas sin una gran acumulación de materia seca las máximas temperaturas se dan entre cinco y veinte centímetros sobre la superficie del suelo. Cuando la vegetación es de mayor porte y con más especies leñosas, esta distancia es generalmente mayor, llegando inclusive a registrarse la temperatura máxima a un metro sobre la superficie del suelo, (Jizumi y Iwanomi, 1965, Pitot y Marson, 1951, Bentley y femmer, 1958, McKell, 1962, Iwarom, 1959, cits por Daubenmire, 1968).

Mc.Kell et al ,1962; cit. por Daubenmire, 1968; encontraron que donde la biomasa acumulada sobre la superficie fue mayor, las temperaturas en la superficie del suelo permanecieron por debajo de 93°C. En otro estudio efectuado por estos mismos autores las temperaturas máximas siempre se alcanzaron entre uno y veinte centímetros sobre el nivel del suelo en cualquier estación.

En quemas realizadas en Brasil, se registraron temperaturas en la punta de la llama de 800°C., pero a nivel de la superficie los datos variaron según la intensidad del fuego desde 74 hasta 280°C, (Coutinho, 1992).

Cuando las mayores temperaturas no se dan en la zona cercana a la superficie, quedan zonas sin quemar luego que el fuego ocurre, en consecuencia en algunos sitios las yemas de las plantas y las semillas escapan al daño producido por la quema .

Sin embargo, a pesar de los altos valores alcanzados sobre la superficie del suelo, debajo de ésta los datos registrados en la bibliografía revisada son bastante menores. Por ejemplo Nimir y Payne, (1978); señalan que mientras

en superficie se alcanzaban temperaturas entre 175 y 205°C, a un centímetro de profundidad, las máximas temperaturas variaron entre 65 y 80°C. Norton y Mc.Garity (1965), estudiaron en praderas nativas de Australia los cambios de temperatura en el perfil del suelo en una quema de cuatro bloques con diferente cantidad de materia seca. A un milímetro de profundidad las temperaturas máximas variaron entre 50 y 75,5°C. y cambios mayores a 10°C sólo se hallaron en los primeros milímetros del horizonte superficial, nunca a una profundidad mayor de cinco milímetros.

Hobs y Gimingham (1987), indican que la máxima temperatura hallada por ellos, a un centímetro bajo la superficie fue de 70°C.

Numerosos trabajos estarían confirmando los datos antes presentados, e independientemente de la región donde se realiza la quema, la composición del tapiz, la cantidad de material inflamable, etc., el aumento de la temperatura por debajo del suelo es de escasa magnitud y sólo para los primeros centímetros de éste, (Laurence, 1966, Cook, 1939, Marson, 1954, cits. por Daubenmire 1968); (Aston y Gill, 1976).

La conclusión general a la que llegan los diversos trabajos revisados, es que la capa superficial del suelo es un perfecto aislante térmico que evita su calentamiento excesivo, por lo que no se llegaría a dañar la microflora del suelo, inclusive hay autores que reportan una activación de ésta por la quema. Tampoco se dañaría el banco de semillas ni los sistemas radiculares de las plantas por calor directo recibido durante la quema.

2.1.2. Efecto del viento

En quemas de pasturas, la velocidad del viento conjuntamente con la temperatura y la humedad relativa, son factores determinantes, de la dirección, grado de dispersión, intensidad, y efectividad del fuego, (Hobbs y Gimingham, 1987).

Mc Arthur, (1966); cit. por Daubenmire, (1968); afirma que

mientras el frente de quema se extiende, la dirección y la velocidad del viento son las variables de mayor peso, en determinar su propagación.

Una brisa firme es necesaria para llevar el fuego a través de la unidad de quema. Vientos variables, causan en el fuego pérdidas de impulso, resultando una quema desuniforme. Por otra parte, remolinos de viento o ráfagas fuertes pueden llevar fácilmente restos encendidos fuera de la unidad de quema y comenzar el fuego en otro sitio, (Ralphs y Busby, 1979).

Otra característica del fuego que varía con la velocidad del viento es su tasa de propagación; a mayor velocidad de éste, el fuego avanza más rápido, (Mc Arthur, 1963; cit. por Daubenmire, 1968).

Sin embargo cuando la velocidad del viento excede los 15 a 20 Km/Hora, el fuego comienza a ser incontrolable, y la quema no es recomendada, (Ralphs y Busby, 1979).

Mc Arthur, (1963); cit. por Daubenmire, (1968); señala que en pastizales con alto contenido de humedad, para que el fuego se propague se necesita mayores velocidades del viento.

Uno de los aspectos de la quema que resulta importante es la relación entre la velocidad del viento, y las temperaturas máximas alcanzadas. Whitaker, (1961); sostiene que a mayor velocidad del viento, se alcanzan temperaturas más elevadas, porque el viento actúa como fuelle suministrando oxígeno e incrementando la intensidad del fuego. Por otra parte, Hobbs y Gimingham, (1984); afirman que a mayor velocidad del viento, la temperatura es menor porque el fuego consume menos material al desplazarse más rápidamente. Estos autores han hallado que con fuertes vientos durante la quema, queda mayor cantidad de material sin quemar.

Un tema en el que se encuentran diferencias entre los investigadores, es si las quemas se deben realizar en contra o a favor del viento. En las quemas contra el viento las mayores temperaturas se dan más cerca de la superficie del suelo que en las quemas a favor del viento, (Daubenmire, 1968).

Lindermuth y Byron, (1948), y Byron, (1958) cits por Daubenmire, (1968); establecieron que dentro de los primeros 25 cm sobre la superficie del suelo, la temperatura máxima en las quemas en contra del viento son algo mayores que las hechas a favor del viento.

Un experimento realizado por Jizumi, (1966); cit. por Daubenmire, (1968); reporta diferencias cercanas a los 300°C entre ambos tipos de quema. Dicho autor registró, a una altura de ocho centímetros y a una velocidad del viento de 0,5 metros por segundo, 877°C en la quema contra el viento y 570°C en la quema a favor del viento. En estas condiciones la altura de las máximas temperaturas registradas fue igual, pero la quema contra el viento fue más caliente.

La propagación del fuego en las quemas contra el viento, es algo mayor con vientos fuertes que con vientos suaves, debido al incremento de oxígeno suministrado, pero el efecto del viento aumentando la tasa de propagación es mucho mayor en las quemas a favor del viento, (Byron, 1958; Cit por Daubenmire, 1968).

En consecuencia, el fuego con viento a favor, se propaga más rápido, es menos intenso y su efecto perjudicial es menor; la quema con viento en contra es más lenta, más intensa y es donde se alcanzan las mayores temperaturas más cerca de la superficie del suelo.

2.1.3. Combustible: cantidad y calidad

La mayoría de los trabajos revisados coinciden en que a mayor cantidad de combustible se genera más calor. Sin embargo, Hobbs y Gimmingham, (1987); sugieren que también es muy importante el hecho de que el material sea uniforme, lo que hace al fuego más caliente, que si el combustible se dispusiera en manchas o islas.

Varios autores reportan diferencias importantes en las temperaturas que se alcanzan al quemar diferentes cantidades de combustible. Además de las diferencias en temperaturas, la cantidad de combustible y en especial la acumulación de mantillo que exista determinan la uniformi-

dad de la quema. En pasturas en que el pastoreo no permite la acumulación de mantillo el porcentaje de área sin quemar es mayor luego del fuego, (Wright, Bunting y Neuenschwander, 1976, Conrad y Poulton, 1966). McArthur, (1963), cit. por Daubenmire, (1968); sostiene que, si por unidad de área se aumenta el combustible al doble, la tasa de propagación, la intensidad y la altura de las llamas del fuego, aumentan al doble.

Sin embargo, Norton y McGarity, (1965); realizaron cuatro quemas con distintas cantidades de combustible y midieron temperaturas en superficie y perfil del suelo. Si bien los mayores registros se obtuvieron en el área de quema con más combustible, no se halló una relación directa entre calor del fuego y combustible. Los autores atribuyen esta falta de relación directa, a la influencia de otros factores como humedad del material y presencia de estratos jóvenes en crecimiento más difíciles de quemar.

La estructura de la vegetación es otra variable que incide en las temperaturas alcanzadas y en la dispersión del fuego. Según Hobbs y Gimingham, (1987); cuando la altura de la vegetación es mayor, se alcanzan temperaturas más elevadas. Estos autores afirman también que con combustible más uniforme, el fuego se propaga más rápidamente.

Coutinho L. (1992); resume tres tipos de quema, según la estructura de la vegetación.

De copa: Se da en campos más arbóreos o arbustivos y el fuego se traslada de copa en copa, más distanciado del suelo, por falta de un tapiz herbáceo continuo.

De paja: Ocurre en tapices más herbáceos en donde el fuego se propaga a través de las gramíneas secas.

De mantillo: Es cuando el mantillo abundante, es el principal combustible y se quema lentamente contra el suelo.

El contenido de humedad del combustible, dentro de un rango apto para quemar, aparece como una variable de menor incidencia, que la estructura de la vegetación, (Hobbs y Gimingham, 1987).

Estos autores señalan que a pesar de esto, los diferentes contenidos de humedad del combustible, hacen variar en forma notoria la severidad del fuego de un lugar a otro. Esta característica del material a quemar, está afectada principalmente por las condiciones atmosféricas durante el

tiempo de quema.

Los pastos suficientemente secos, pueden conducir el fuego, aún pocas horas después de ser mojados por la lluvia, aunque la intensidad de la quema en estas condiciones es menor.

Mc Arthur, (1966); cit. por Daubenmire, (1968); en Australia, estableció que cuando la humedad relativa lleva a los pastos a un contenido de humedad superior al 9%, la incidencia del fuego disminuye. El contenido de humedad de los pastos secos fluctúa diariamente con un mínimo alrededor de las 15 horas y un máximo entre las cinco y seis horas en zonas templadas.

La quema de pasturas se diferencia de la quema de vegetaciones arbustivas o de bosque, por tener una zona delimitada de llama y una disposición más homogénea del combustible. La textura más fina de tales combustibles la hace más sensible a los cambios ambientales que las especies leñosas. Además, la quema de pastos es más rápida y completa, (Daubenmire, 1968).

2.1.4. Humedad del suelo

En la bibliografía consultada sobre las características del fuego y sus efectos, se enfatiza en la influencia del contenido de humedad del suelo ya que estaría afectando su calentamiento así como el posible daño sobre semillas y órganos subterráneos de las plantas.

Daubenmire, (1968); afirma que cuanto mayor es la humedad del suelo, menor es el calor generado por el fuego en el suelo, pero también existe un efecto de conducción de calor por el agua a través del perfil.

Bajo condiciones simuladas de fuego, Aston y Gill, (1976); comprobaron que a profundidades de cero a seis centímetros, la temperatura se mantuvo por debajo de los 100°C, hasta que el suelo a ese nivel se secó. El hecho de que a esa profundidad estuviera cercana a los 80°C, indica que

en los primeros centímetros del perfil, la temperatura era de 100°C (punto de ebullición) y eso limitaba la penetración de calor. En suelos con mayor contenido inicial de agua, las temperaturas máximas se mantuvieron más bajas en los primeros centímetros de suelo que en aquellos con menores contenidos de agua. Sin embargo en los suelos más húmedos se alcanzaron temperaturas algo mayores a mayor profundidad, por una mayor conductividad de calor en el perfil con el agua.

La humedad del suelo hace que el calor sea conducido más rápido en el perfil, pero siempre a temperaturas menores a 100°C, por lo menos hasta que el agua más arriba se evapore, (Hobbs y Gimingham, 1987).

El tipo de suelo asociado a la humedad que almacena cada uno, también es un factor importante en el calor transferido por el perfil. A iguales temperaturas en superficie, se midió que en suelos arcillosos al tener menor conductividad térmica y menor tamaño de poros, mantiene más bajas las temperaturas a través del perfil que un suelo arenoso, (Aston y Gill, 1976).

En un estudio de Norton y McGarity, (1965); en el que no hallaron una relación directa entre cantidad de combustible y calor producido por la quema, sugieren que uno de los factores que influyó en esto fue los distintos niveles de humedad del suelo entre las parcelas, que afectó la conducción y diseminación de calor a través del perfil.

De los trabajos antes mencionados se puede concluir, que el agua en el suelo cumple un papel importante, regulando la temperatura que pasa al perfil durante la quema. La humedad del suelo puede impedir que se den temperaturas máximas en el suelo que lo deterioren, o que atenten contra la cama de semilla. En esto deberían basarse las recomendaciones de quemar con alto contenido de humedad en el perfil, especialmente cuando es abundante el combustible.

2.1.5. Pendiente

La pendiente del área a quemar es otro factor importante a considerar, ya que las características del fuego pueden variar según el grado de la pendiente y su orientación.

El grado de la pendiente estaría afectando la velocidad del fuego y por lo tanto su intensidad. Según Daubenmire, (1968); el fuego se mueve más rápido ladera arriba que sobre suelo nivelado, avanzando aún más despacio cuando se traslada ladera abajo.

El fuego se propaga dos veces más rápido sobre una pendiente mayor a diez grados que sobre un área nivelada, y cuatro veces más rápido cuando la pendiente es de 20 grados.

Cuando la pendiente es muy pronunciada el fuego puede exceder los 65 kilómetros por hora.

La quema de vegetación sobre pendientes muy pronunciadas se consideran muy riesgosas por dejar el suelo expuesto a la eorsión hídrica y/ó eólica.

La orientación de la cara de la pendiente es importante, porque afecta factores del microclima que determinan la temperatura inicial del combustible y las condiciones de humedad, (Daubenmire, 1968).

2.2. MODIFICACION DEL AMBIENTE DE IMPLANTACION POR EL FUEGO

2.2.1. Efectos sobre el suelo

2.2.1.1. Propiedades químicas.

2.2.1.1.1. Nutrientes. Es común asignarle al fuego un efecto fertilizante, por medio de las cenizas depositadas en el suelo, estimulando un mayor crecimiento de las pasturas posterior a la quema.

Este efecto puede atribuirse a que la combustión de los tejidos vegetales implica un traspaso de nutrientes a sales simples solubles en agua y rápidamente aprovechables.

En base a esto existe abundante información sobre la evolución de los nutrientes con el fuego.

La bibliografía muestra resultados y explicaciones muy distintas y muchas veces opuestas que hacen al tema muy complejo.

Además la información disponible proviene de sitios muy variados, con vegetación y clima diferentes.

Se discute que la deposición de la ceniza se concrete en un efecto fertilizante, así como la importancia y duración de éste, también es un tema polémico.

También hay controversias sobre la magnitud y formas de pérdidas de nutrientes.

Las diferencias halladas en estos aspectos parecerían relacionadas con el tipo de quema realizada, calidad y cantidad de la vegetación quemada, tipo de suelo, topografía y régimen climático.

Nye, (1959). citado por Daubenmire, (1968); comparó los Kg. depositados de nutrientes según se quemen praderas o bosques, resaltando la importancia del combustible a quemar:

	PRADERAS	BOSQUES
P	8,4 Kg/Há	134,4 Kg/Há
K	49,2 Kg/Há	885,6 Kg/Há
Ca	37,2 Kg/Há	2715,6 Kg/Há
Mg	27,6 Kg/Há	358,8 Kg/Há

En campos del "cerrado" brasileño, donde se mezclan un tapiz herbáceo y otro arbóreo arbustivo, se constató un depósito de 300 a 400 Kg/Há. de ceniza con la quema. Esta se compone principalmente por óxidos de Ca, K y Mg. Estos permanecen en valores altos entre 20 y 60 días. El aumento de nutrientes también se registró a cinco centímetros de profundidad, hallándose una reducción importante del aluminio intercambiable, problema en estos suelos (Coutinho L. M., 1992).

Los autores sugieren la hipótesis de que el fuego realiza una translocación de nutrientes entre estratos del suelo, ya que árboles y arbus-

tos exploran horizontes inferiores con sus raíces y al quemarse depositan sus cenizas en superficie favoreciendo el tapiz herbáceo.

Al mismo tiempo ocurre una pérdida de nutrientes hacia la atmósfera que son devueltos principalmente por lluvias y parte por condensación del humo al momento de la quema (Coutinho L., 1992).

Abundantes estudios han notado aumentos en el suministro de nitrógeno, un mejor aprovechamiento del fósforo y concentraciones más altas de bases, especialmente de calcio y potasio, post-quema (Barnette y Hester, 1931; Fowells y Stephenson, 1934; Isaac y Hopkins, 1937; Burns, 1952; citados por Vlamis J. y Gowans K., 1961).

Vlamis y Gowans, (1961); encontraron que con la quema de matorrales se incrementaba el nitrógeno, fósforo, y azufre en el suelo.

Los autores también sugieren que aumenta el potasio con el fuego, pero no fue evaluado por la alta disponibilidad del nutriente en estos suelos.

Afirman que aparte del aporte natural de los residuos y a pesar del controvertido origen del nitrógeno, es enteramente razonable asumir que el fósforo y el azufre fueron incrementados por la contribución de las cenizas.

En campos de chaparral, se registraron cantidades algo menores de nitrógeno en los primeros dos centímetros de suelo bajo parcelas quemadas, pero significativamente mayores en el estrato de dos a cuatro centímetros.

Los autores sugieren que es más importante los cambios hallados en la naturaleza del nitrógeno.

Los nitratos fueron similares para quema y control inmediatamente al fuego, pero luego aumentaron en parcelas quemadas.

El nivel de amonio fue muy superior en parcelas quemadas para todo el período, lo que se esperaba por su alta concentración en las cenizas

(Christensen N. y Muller C., 1975).

La concentración de fósforo total fue superior en suelos bajo parcelas quemadas para los horizontes de cero a dos centímetros, y dos a cuatro centímetros. El fósforo soluble en agua que sólo representa el 1% del total siendo además muy fluctuante también aumentó frente al testigo sin quema.

La concentración de potasio también fue mayor post-fuego, sin embargo se registraron disminuciones de otros cationes (Christensen N. y Muller C., 1975).

Según estos resultados parecería existir un efecto fertilizante con la quema de pasturas. Intentando probar esta hipótesis, Christensen y Muller, (1975); evaluaron la producción vegetal sobre parcelas quemadas y otras con retiro de la vegetación, sin hallar diferencias significativas entre los tratamientos.

A pesar de estos resultados, los autores enfatizan que existe una gran liberación de nutrientes desde el humus, mantillo y vegetación (con la quema); una parte es perdida por volatilización y otra importante es fijada al suelo.

Ahlgren (1960), halló que en los primeros centímetros de suelo, las áreas quemadas contenían más fosfatos, potasio, sales solubles y calcio que las no quemadas.

Constató que la concentración de nutrientes era máxima inmediatamente después del fuego, y permaneció mayor por cinco años.

El autor asigna al valor de infiltración del suelo las diferentes evoluciones entre nutrientes. Los nitratos que aumentaron con la ceniza, disminuyeron rápidamente. Parecería que las contradicciones con respecto al efecto de la quema sobre el nitrógeno se explicarían por diferencias en infiltración entre suelos distintos.

El nitrógeno está presente en las plantas en variadas

formas ya sea como nitratos, compuestos de amonio, aminoácidos, proteínas y otros compuestos.

Al quemar la vegetación es de esperar pérdidas de una porción de ese nitrógeno bajo forma de óxidos. El fuego en la cobertura vegetal puede afectar la población y actividad microbiana directamente o indirectamente por alterar el PH del suelo con el aporte de ceniza, (Vlamis J. y Gowans K., 1961).

Estos autores, basándose en experiencias anteriores, sugieren que la quema de pasturas provocaría un aumento, por cierto tiempo, de formas solubles de nitrógeno, fósforo y azufre en el suelo.

La conclusión práctica a la que arriban, es que la fertilización luego de quemar sería innecesaria; recomendando la fertilización al año siguiente cuando el suelo haya retornado a niveles más bajos de fertilidad.

Excepto por la volatilización de nitrógeno y azufre, la quema no resulta en una pérdida directa de nutrientes del ecosistema, y el mayor efecto radicaría en una abrupta liberación de elementos, que normalmente se volverían gradualmente aprovechables como consecuencia de la lenta descomposición de los residuos vegetales.

Estos nutrientes que quedan disponibles en la superficie del suelo, están sujetos a pérdidas por desplazamiento horizontal ya sea por agua o viento y también por percolación en el perfil del suelo si no son fijados a los coloides ó tomados por los microorganismos del suelo (Daubenmire, 1968):

Moore, (1960); citado por Daubenmire, (1968); hace notar que quemas poco intensas en la estación seca incrementan la capacidad de intercambio catiónico, el fósforo disponible, el calcio, el magnesio, y el potasio intercambiable así como el porcentaje de saturación de bases.

Con quemas más intensas, tarde en la estación seca, se redujo la capacidad de intercambio catiónico, el calcio y potasio intercambiables, el fósforo disponible y el porcentaje de saturación de bases tuvo un pequeño aumento.

Experimentos sobre distintas intensidades de quema evidenciarían respuestas diferentes para cada nutriente.

El potasio aumentó en el suelo luego de las quemas y disminuyó en las parcelas sin quemar.

No existió un efecto definido sobre las concentraciones de calcio, magnesio y sodio en el suelo.

Los nitratos aumentaron con y sin quema, siendo mayor el aumento en parcelas quemadas.

El fósforo mostró incrementos significativos cuando la quema fue poco intensa o incompleta, lo que no se dió con la quema de mayor intensidad y más completa (Bashir M.N. y Payne G.F., 1978).

Se evaluó el efecto sobre las propiedades químicas del suelo de tres intensidades de quema; suave, moderada, e intensa.

Durante el año de quema, en los primeros 2,5cm. de suelo bajo quema intensa, se dió una reducción significativa de la materia orgánica y del nitrógeno total.

Con quemas suaves y moderadas no existieron diferencias significativas.

A los catorce años no existían las diferencias halladas el año de la quema. A mayor profundidad de suelo las tendencias fueron similares pero con valores no significativos, (Blaisdell , 1953).

Al evaluar distintas fechas de quema en el año y el rendimiento de nutrientes lograda en la vegetación posterior, se registró que el porcentaje de nitrógeno más alto se daba en quemas de setiembre con 0,54 % y el más bajo en parcelas sin quema con 0,45 %.

Aunque los porcentajes sean mayores con el tratamiento de quema, el mayor rendimiento en kilogramos de materia seca en las parcelas nunca quemadas hace que los valores de nitrógeno total sean superiores en éstas, (Norman M.J.T., 1963).

El clima reinante en torno a la quema y sobre todo la humedad del suelo aparecen como factores importantes en el efecto del fuego sobre sus propiedades físicas y químicas.

Así es que en quemas de un año húmedo, se registró un aumento del sodio desde 0,02 meq. hasta 0.23 meq. en 100 gramos de suelo.

Sin embargo en un año seco, no se dieron diferencias significativas en la concentración del sodio debido a la quema.

Los autores sugieren que esas diferencias se deberían al resquebrajamiento del suelo en el año seco que haría dispersarse en el perfil a los nutrientes agregados con la quema, (Ueckert D., Whigham T. y Spears B., 1978).

Parecería indiscutible que la quema de la vegetación hace que una porción de los nutrientes de ésta se depositan en el suelo como ceniza y en esto radicaría el efecto fertilizante del fuego.

No está claro que éste se exprese en una mayor producción posterior a la quema o que los nutrientes sean aprovechados en el rebrote.

También se conoce que otra parte de los nutrientes pasa a la atmósfera por volatilización. La discusión de la literatura se plantea en torno a si la quema causa pérdida de nutriente y en que proporción; cuánto se aporta al suelo y cuánto se pierde del ecosistema. Las posibles pérdidas estarían dadas por la volatilización, lavado horizontal por indirectos causados por el fuego.

Al tomar en cuenta la posible erosión de nutrientes por el fuego, se deberían definir las pérdidas del suelo, y las del ecosistema o sea del total de nutrientes entre suelo, cama de residuos y vegetación. Así es que son mayoría los estudios que mencionan pérdidas con la quema, principalmente de nitrógeno y azufre, en base al total de nutrientes en el ecosistema y muy pocos constatan descensos en la fertilidad del suelo.

Existirían marcados aumentos en la volatilización de nutrientes al aumentar la temperatura del fuego. Las pérdidas de nitrógeno y azufre aumentan con más temperatura, llegando a pérdidas del 57% del nitrógeno y 36% del azufre de la vegetación con 750 grados centígrados. Las pérdidas de nitrógeno y fósforo fueron cuatro veces mayores al pasar la temperatura del fuego de 600 a 800 grados centígrados. Parecería que no es total la pérdida ya que algo del humo se condensa cerca del fuego y retorna por gravedad al suelo. El potasio sería el que en menor proporción se volatiliza. Por medio de las precipitaciones existe un retorno de nutrientes durante el período interfuegos, aunque en el caso de nitrógeno y fósforo dicho retorno sería en menor cantidad a lo volatilizado, (Hobbs R.J. y Gimingham C.H., 1987).

El nitrógeno es particularmente susceptible a la volatilización. Por el calor importantes cantidades de nitrógeno gaseoso pueden perderse con temperaturas superiores a 300 grados centígrados, (De Bell y Raltson, 1970, Knight

1966; Whit , et al, 1973, cit. Debanó L. y Conrad C, 1978).

Debanó y Conrad, (1978); evaluaron las pérdidas de nutrientes del ecosistema suelo, mantillo y vegetación al quemar frente a una parcela no quemada.

Hallaron que en áreas quemadas se perdían por volatilización y erosión hasta 11% del nitrógeno total sumando la vegetación, los residuos y los diez centímetros superiores de suelo; lo que sugiere que una alta frecuencia de quema podría llevar a un agotamiento del nitrógeno en el suelo.

Durante este estudio, el 66% del total de la vegetación y el 46% de los residuos fueron consumidos por el fuego. Los nutrientes depositados sobre el suelo no fueron la misma cantidad existente entre vegetación y mantillo prequema. De la vegetación consumida se depositaron 9,5 Kg/Há de fósforo y 89,6 Kg/Há de potasio que representan el 92% y 79% respectivamente del contenido en las parcelas sin quemar. Los autores estimaron un pérdida de 46Kg/Há de potasio por volatilización, asociada a temperaturas mayores a 550 grados centígrados y 27Kg/Há perdidos por erosión. El fósforo fue totalmente depositado en el suelo sin evidencias de volatilización, aunque 3,3Kg/Há se perdieron por erosión, (Debanó y Conrad, 1978).

Del calcio existente en la vegetación y mantillo retornaron al suelo 45Kg/Há y se perdieron 67Kg/Há. Del magnesio retornaron 14,4 Kg/Há volatilizándose 32Kg/Há. De sodio se depositaron 5,3 Kg/Há perdiéndose 4,6 Kg/Há, (Debanó y Conrad, 1978).

Varios autores de distintas regiones del mundo sugieren que es importante valorar el balance entre la volatilización de nutrientes, en especial nitrógeno, y el retorno por precipitaciones luego de la quema, para adaptar la frecuencia de ésta sin degradar la fertilidad del suelo.

Grant, et al, (1963), citado por Daubenmire, (1968), sugiere que las pérdidas de nitrógeno en quemas con intervalo de 3 años son menores a los aportes que se dan con las precipitaciones.

En el norte de Australia se registraron pérdidas al que mar, de 4,5 a 5,7 Kg/Há de nitrógeno, mientras que por agua de lluvia retornaron 2,3 Kg/Há en un año. Si se le agrega el nitrógeno fijado por los microorganismos que se estimó en 2,3 Kg/Há, parecería no existir un descenso significativo, (Norman y Wetseloar, 1960; citado por Daubenmire, 1968).

En campos del "cerrado" brasileño se comprobó que intervalos entre quemas menores a tres años impedían el retorno total de nitrógeno perdido por volatilización. En el mismo trabajo se presenta una encuesta a productores de la zona, que utilizan esta técnica, sobre que frecuencia de quema era conveniente. La respuesta fue la quema cada tres años, porque quemas más frecuentes "empobrecen" la tierra coincidiendo con los resultados experimentales, (Coutinho, 1992).

La quema de la cobertura vegetal no sólo afecta los nutrientes en forma directa, sino que por medio de cambios en todo el ecosistema actúa indirectamente sobre cada uno de ellos.

Estos efectos indirectos pueden deberse a: cambios en la estructura del suelo y mayor erosión, cambios en la actividad microbiana, mayor presión de pastoreo por selección de áreas quemadas, mayor PH del suelo luego de la quema, etc..

2.2.1.1.2.Efectos del fuego sobre la materia orgánica. Hay resultados contradictorios sobre la acción del fuego sobre la materia orgánica del suelo. Las vías por las cuales la quema la reduce serían: por disminuir o eliminar la cama de residuos vegetales que es fuente de humus; por oxidación debida al calor directo durante el fuego; a causa de mayores temperaturas sobre el suelo luego de la quema; y por erosión.

Los que aducen aumentos de la materia orgánica lo explican, entre otras causas, por una mayor velocidad de descomposición del mantillo y la vegetación, generando humus; por más actividad microbiana y muerte de raíces de las plantas quemadas.

Parecería que lo que ocurra con la materia orgánica está asociado con la intensidad del fuego y a su frecuencia al permitir la acumulación o no de mantillo y también a la humedad del suelo al quemar.

residuos, fuente de humus, sugiere que la materia orgánica puede verse afectada con una alta frecuencia de quema, (Daubenmire, 1968).

En suelos arcillosos, se registró que quemas con suelo húmedo no afectaban el nivel de materia orgánica del suelo.

Con el suelo más seco se notó un mayor resquebrajamiento que permitió la incorporación de residuos y ceniza aumentando el nivel de carbono orgánico del suelo.

Sin embargo, al año de quema se registró un leve descenso de la materia orgánica para ambas quemas que se acentuó en el segundo y tercer año estabilizándose a los cinco años, (Ueckert D., Whigham T. y Spears B., 1978).

2.2.1.1.3. PH. La literatura consultada es en su mayoría coincidente en señalar que el PH aumenta luego de la quema por la deposición de ceniza en los primeros centímetros de suelo.

Son numerosos los trabajos que reportan aumentos en el PH, para varios tipos de suelo. El rango de las variaciones reportadas es muy amplio, desde pequeños incrementos, (6 a 6,2), hasta cambios importantes en la acidez del suelo, (5,8 a 6,7).

Entre los factores involucrados en la magnitud del cambio del PH, los autores resaltan, la intensidad del fuego, la cantidad de combustible y mantillo quemado; aunque también parece muy importante la profundidad a que se mida el PH. Existiría un mayor aumento de PH al ser más intenso el fuego. También se ha encontrado una asociación positiva entre cantidad de combustible y mantillo quemado con los aumentos del PH.

Por otra parte la mayoría de los autores afirman que los cambios importantes ocurren solamente en los primeros centímetros del suelo, (Moore, 1960; Ehreinreich y Aikman, 1963, citados por Daubenmire, 1968), (Christensen y Muller, 1975).

En sitios de quema intensa aumentó el PH tanto en el horizonte cero a dos como en el de ocho a diez centímetros

de profundidad; esto se debería a la liberación de bases desde la ceniza. En sitios de quema suave no se hallaron diferencias en la reacción del suelo, (Nimir M. y Payne G., 1978).

En las situaciones en las que la quema de pasturas aumenta el PH del suelo se debería al alto contenido de metales alcalinos como Ca, Mg y K en las cenizas de las plantas que aumentan las sales solubles en los primeros centímetros de suelo. Los cambios de PH no son de gran magnitud y desaparecerían en uno o dos años, (Daubenmire, 1968).

Sin embargo en otros ensayos de evaluación de intensidades de quema y su efecto en el suelo no se detectó cambio alguno en la reacción del suelo para cualquier intensidad y cualquier profundidad, (Blaisdell J., 1953).

2.2.1.2. Propiedades físicas.

Se le asignan al fuego diferentes efectos sobre las propiedades físicas del suelo. El tema toma especial relevancia si se asocia a la quema de pasturas como un agente erosivo lo que ha originado muchos estudios.

Existirían dos grandes formas de incidencia del fuego; una a través

del calor directo recibido en el suelo durante la quema y la segunda indirectamente, al disminuir o eliminar la cobertura vegetal por cierto tiempo.

En un experimento de quema, Christensen y Muller, (1975); observaron una disminución de la penetración de agua en el perfil. Esto se debería a la formación de una capa de ceniza que disminuye el pasaje del agua. También hubo una reducción de agregados del suelo asociado, según los autores, a un descenso de la materia orgánica, que estaría afectando la porosidad del suelo.

Las temperaturas alcanzadas durante la quema no serían suficientes para alterar la textura del suelo, durante un año posterior a la quema.

La quema de pasturas sobre suelos arcillosos puede reducir en forma leve la infiltración en el perfil, pero en condiciones normales de precipitaciones este efecto no sería

importante. La densidad del suelo, la porosidad no capilar, y el tamaño de los agregados, serían los factores que regulan la infiltración y solo el último fue afectado por el fuego.

Las pérdidas por sedimentación en pendientes de cero a uno por ciento aumentan pero no significativamente y se estabilizarían en dos a tres años. El fuego disminuiría el porcentaje de grandes agregados y aumenta por ende, el porcentaje de los chicos. Sería necesario cinco años para regresar a los valores pre-quema. La falta de mantillo se asocia al rompimiento de agregados.

Los autores concluyen que en estos suelos el fuego como herramienta de manejo no sería detrimental, causando efectos pequeños y reversibles en tres a cinco años. Los cambios son aún menores cuando se quema con suelo húmedo, (Ueckert D., Whigham T. y Spears B., 1978).

La quema anual y en especial la de otoño, causan una mayor reducción de la infiltración sobre todo para los horizontes más bajos del perfil, (McMurphy y Anderson, citado por Elwell H., McMurphy W. y Santelman P., 1970). Otros autores sugieren que la compactación del suelo se debería a la concentración del pastoreo sobre esas áreas y no directamente por el fuego, (Juman y Halls, 1955, cit. por Daubenmire, 1968).

Sin embargo, Nimir y Payne, (1978); hallaron que los índices de penetrabilidad del suelo fueron levemente superiores en los bloques quemados frente a sin quemar, pero esas diferencias fueron no significativas.

2.2.1.3. Erosión.

Las pérdidas de suelo por erosión hídrica y/o eólica pueden ser importantes. La falta de protección del suelo por la eliminación de la cobertura vegetal sería la principal causa de erosión sobre todo en pendientes pronunciadas. En quemas de pequeñas áreas, se daría un desplazamiento de suelo hacia áreas adyacentes, pero en quemas no controladas de gran tamaño las pérdidas llegarían a grandes ríos y serían absolutas e irreversibles, (Hobbs R. y Gimingham C., 1987).

En una experiencia realizada en U.S.A., se quemaron pasturas sobre suelo con 60% de arena y topografía suave. El buen drenaje y el suave relieve previnieron la erosión por escurrimiento, pero existió erosión eólica en la estación siguiente a la quema. En una escala desde 0= sin erosión hasta 5= erosión grave, se constató que con quema suave la erosión fue de 1,2, quema moderada 1,9 y bajo quema intensa 3,3, en esta última se dió hasta dos años post-quema, (Blaisdell J., 1953).

En Oklahoma, U.S.A., se registró en quemas no controladas, con destrucción total de la vegetación, pérdidas 12 veces mayores de agua y 31 veces mayores de suelo en campos quemados frente a áreas adyacentes sin quemar, (Elwell H., McMurphy W y Santelmann P., 1970).

En un ensayo se evaluó el efecto del fuego sobre las posibles pérdidas de suelo en distintas pendientes. Se registraron erosiones importantes en pendientes moderadas y fuertes. Las pérdidas de suelo se reducen gradualmente hasta estabilizarse. En pendientes moderadas se necesitaron entre 9 y 15 meses para restablecer la vegetación, mientras que en pendientes fuertes este proceso, se demoró hasta 15 a 18 meses (Wright H., Churchill F. y Stevens W., 1976).

La mayor porción de suelo perdido en los primeros 18 meses por sedimentación ocurrió desde áreas de suelo desnudo donde se quemaron arbustos. La falta de cobertura y la pendiente serían los principales factores que regulan la sedimentación, seguidos de las lluvias y del tamaño del área quemada.

La cobertura vegetal se reconstruyó un 68% en 15 meses sobre pendientes moderadas y el mismo porcentaje en pendientes fuertes se dió entre los 21 y 30 meses.

Se recomienda que áreas con pendientes menores a 20% no tendrían un aumento en la erosión significativo al quemarse pero es riesgoso con mayores pendientes, (Wright H., Churchill F. y Stevens W., 1976).

Las quemas no planificadas, con fuegos intensos que corren por fuertes pendientes o campos con una pobre trama vegetal, o con rebrote muy lento, exponen al suelo por más tiempo a la erosión, por demorarse el recubrimiento de éste, (Pechance J., Stewart G. y Blaisdell J., 1948).

2.2.1.4. Temperatura y humedad del suelo.

La quema al retirar la vegetación del suelo, deja expuesta una superficie ennegrecida, que recibe directamente los rayos solares, dando al suelo mayores fluctuaciones en sus valores de temperatura y humedad, con incrementos en la temperatura y más déficits hídricos durante el verano, (Hobbs R. y Gimingham C., 1987).

La temperatura del suelo, por un período de tres meses siguientes a la quema, fueron más altas en áreas quemadas frente al control.

En las quemas más intensas los aumentos fueron mayores y por más tiempo. Los autores sugieren que la combustión completa de la cobertura vegetal hubiera dado mayores incrementos aún y afirman que la capa de ceniza ennegrecida es un factor importante en determinar el aumento de la temperatura del suelo donde se quemó la vegetación, (Nimir M. y Payne G., 1978).

El efecto del fuego sobre la temperatura del suelo se da indirectamente por la remoción de la vegetación, que interceptaba la radiación solar y retardaba las pérdidas de calor desde el suelo. Esto produce cambios radicales en el régimen térmico de la superficie del suelo y la capa de aire adyacente.

Fueron hallados valores de temperatura máxima a media tarde, en un rango de 2,2 a 9,8 °C más en parcelas quemadas frente a sin quemar; las diferencias se reducían así como la vegetación recubría el suelo, (Kucera y Ehrenreich, 1962; citado por Daubenmire, 1968).

La remoción de la pastura permite llegar más luz al suelo. Al evaluarse la luz incidente bajo el tapiz de campos de chaparral se constató que del total de radiación que llega a suelos desnudos, 10.400 fc, se captaba bajo la vegetación desde un 10% hasta un 100% según el sitio, con un promedio de 65% de luz recibida. La temperatura máxima registrada, a un centímetro de profundidad, en parcelas quemadas fue 54°C mientras que en áreas sin quema nunca excedió los 50°C, (Christensen N. y muller C., 1975).

Hulbert L., (1969); halló que temprano en la estación de crecimiento luego de la quema, las temperaturas del suelo ya eran mayores para los primeros 20 cm de suelo. Estas diferencias se mantuvieron por un período de cinco meses

con aumentos de uno hasta cinco grados centígrados. La humedad del suelo fue menor en parcelas quemadas por un período de tres meses, con reducciones que oscilaron entre dos y cinco por ciento, siendo éstas menores a más profundidad.

Hay una hipótesis de que el estímulo asignado a la quema sobre el rebrote y producción, sería dado en forma indirecta como resultado de los cambios producidos en la temperatura y no tanto por la liberación de nutrientes desde la pastura, (Daubenmire, 1968).

Se midieron los niveles de humedad en el suelo periódicamente, en parcelas quemadas y sin quemar, por un período de dos años. En todos los registros existieron mejores niveles hídricos donde no hubo quema. Con la quema la penetración de agua en el perfil es más lenta, posiblemente por un encostramiento de la ceniza sobre la superficie. Esto asociado a una mayor evaporación desde el suelo desnudo serían las causas de la menor humedad del suelo luego de la quema, (Christensen N. y Muller C., 1975).

En pastizales quemados en Iowa, U.S.A., los diez centímetros superiores de suelo, fueron más secos luego del fuego por cinco meses, pero nunca a valores críticos, (Ehrenreich y Aikman, 1963; cit. por Daubenmire, 1968).

Durante un año luego del tratamiento de quema se evaluó la humedad del suelo bajo parcelas sin quema y parcelas con diferentes intensidades de fuego. La única diferencia significativa hallada fue un descenso de la humedad para los primeros centímetros de suelo en parcelas con quema intensa frente al testigo y a las de menor intensidad, (Blaisdell J., 1953).

Elwell H., McMurphy W. y Santelmann P., (1970), experimentaron sobre el efecto en el suelo de distintas frecuencias de quema y el uso de herbicidas frente al control sin quemar. Los resultados fueron contradictorios, disminuyendo la humedad durante tres estaciones por la quema frente al control en un ensayo y aumentando con diferencias significativas en otro. El tratamiento con herbicidas dió siempre mejores niveles de humedad con respecto a

quema y control.

En otro ensayo la quema originó mayores niveles de humedad en el suelo al reducir la evapotranspiración así como la intercepción del agua de lluvia por la vegetación, (Mallik, 1982; cit. por Hobbs R. y Gimingham C., 1987).

2.2.2. Efecto del fuego sobre los microorganismos del suelo.

En tempranos experimentos ya se sugería que calentamientos artificiales del suelo, con vapor o calor seco, hacía al suelo más fértil con temperaturas menores a 100°C, pero se reducía a mayores temperaturas, (Waksman, 1927; cit. por Daubenmire, 1968).

El mismo autor sugiere que el incremento en la fertilidad era acompañado de aumentos en materia orgánica soluble y cambios microbiológicos que resultaban en la dominancia de bacterias descomponiendo más materia orgánica y liberando más nitrógeno aprovechable.

Sin embargo, Meiklejohn, (1955; cit. por Daubenmire, 1968), estudió la evolución durante 5 meses post-quema de la microflora en los 25 mm superiores de suelo, hallando una reducción en el número total de microorganismos por un período de 3 meses. La quema eliminó gran parte de los hongos, pero se retornaba al equilibrio en 2 meses con dominancia de *Penicillium*. Los Actinomycetes y bacterias fueron reducidos y a los 3 meses aún no llegaban a valores normales. Los *Clostridium* aunque ya eran escasos, no fueron afectados por la quema.

El fuego puede causar una reducción en la competencia microbiana que permite el exitoso desarrollo de hongos y otros microorganismos que no aparecen normalmente. Al aumentar la frecuencia del fuego, disminuye la respiración microbiana por escases de residuos a atacar, aunque hay un efecto compensatorio por mayores temperaturas del suelo, (Wicklaw, 1975, cit. por Risser, Birney, May, Parton, Wiens, 1984).

En dos años diferentes de quema ocurrió que el carbónico orgánico no era afectado en uno y aumentaba significativamente en otro. Luego del aumento se daba una lenta reducción en el primer año que se acentuaba en los dos años siguientes llegando a valores normales a los 5 años. La explicación de ésto sería que las mayores temperaturas en superficie del suelo luego del fuego estimularon la microflora descomponedora. Estos microorganismos consumieron el carbónico orgánico llegando a un pico poblacional sobre finales del primer año. Luego el carbono orgánico era rápidamente consumido durante el segundo y tercer año, (Ueckert D., Whigham T. y Spears B., 1978).

Se registró un aumento en el número de bacterias luego del fuego, que podría llevar a un aumento de la humificación, (Moltby, 1980; cit. Hobbs R. y Gimingham C., 1987).

Norton B. y McGarity J., (1965) al analizar los cambios en temperatura durante la quema concluyen que las quemas de pasturas o praderas, por las temperaturas alcanzadas, es improbable que causen un efecto esterilizador de los microorganismos, aunque si podría existir este efecto por el deposito de ceniza.

Christensen N. y Muller C., (1975), hallaron que la quema reducía la materia orgánica total del suelo, pero la materia orgánica soluble del suelo era significativamente mayor, lo que se explicaría por el mayor número de bacterias y hongos encontrados en las parcelas quemadas.

La quema afecta la actividad biológica del suelo en diferentes formas. Por un lado se reportan disminuciones o cambios en los microorganismos como consecuencia del calor directo recibido por éstos al quemar.

La magnitud de este efecto varía mucho en la bibliografía y está muy relacionado a la intensidad y frecuencia del fuego. Por otra parte la quema altera por cierto tiempo las condiciones ambientales para los microorganismos, como hemos visto, puede haber cambios en la materia orgánica, temperatura, humedad, etc..

estos efectos indirectos del fuego parecerían ser la causa de variación entre la literatura consultada, donde se mencionan daños así como beneficios de la quema sobre la actividad biológica del suelo.

Cada suelo tiene sus diferentes microorganismos que res-

ponden en forma distinta al calor de la quema así como a las condiciones reinantes luego de ésta. Esto indica que no está claro ni un efecto beneficioso ni detrimental de el fuego sobre la actividad biológica del suelo.

2.2.3. Quema y su efecto en la cama de residuos.

Grelen H. y Epps E., (1967); reportan en su trabajo sobre los factores por los que la quema estimula la producción de las pasturas, que lo principal es la remoción de la cama de residuos por el fuego, siendo ésto más importante aún que el aporte de nutrientes.

En USA, al estudiar el efecto del fuego sobre el mantillo, se definieron 3 clases de mantillos 1) Nuevo: Restos vegetales de la presente estación. 2) Fresco: Residuos de estaciones pasadas. 3) Húmico: Residuos casi integrados al suelo.

Llama la atención, la casi total reconstrucción del mantillo, tanto en cantidad como calidad, con cuatro estaciones post-quema cuando éstas fueron suaves y moderadas. Sin embargo donde el fuego fue intenso, se consumió casi todo el mantillo, quedando como remanente solo el 12% del húmico, fundamental para prevenir la erosión. La escasa reconstrucción en estos casos se debió en parte a la severidad del fuego, pero también a la fecha de quema que resultó en un pobre rebrote, (Dix, 1960).

La acumulación de mantillo sobre la superficie sería un agente de reducción de la germinación en praderas naturales. Al comparar una parcela testigo frente a una quemada y otra cortada se registraron aumentos en la germinación con ambos tratamientos del tapiz. Los vástagos registrados fueron 1,5 y 2,7 veces más con quema y remoción del mantillo respectivamente, (Hulbert L., 1969).

En USA, se experimentó sobre frecuencia de quema y su efecto en el mantillo. Con quemas en 1952, 1959 y 1961 existía en 1962 un 50% del mantillo existente en parcelas sin quemar. En parcelas con quema en 1952 y 1959 tenían en 1962 más mantillo que las nunca quemadas. Los autores

sugieren que dos años de intervalo entre quema sería necesario para la reconstrucción de la cama de residuos. También se halló que el fuego no afectó el valor calórico del mantillo con respecto al control, (Hadley E. y Kieckhefer B., 1963).

Quemas en diferentes años arrojaron similares reducciones del mantillo. En 1974 existió un descenso de 85,7% y en 1975 de 82,2%. A los 5 años se alcanzó una reconstrucción de 50% a 60% del mantillo. Existió un aumento exponencial de la infiltración en el suelo a medida que se recomponía la cama de residuos y un descenso marcado de la sedimentación. El descenso del mantillo se asoció a una mayor ruptura de agregados de suelo, (Ueckert D., Whigham T. y Spears B., 1978).

Información recabada en diversas situaciones ecológicas, muestra que sería necesario entre dos a seis años para volver a tener una cama de residuos normal, luego de la quema de pasturas. Es variable la tasa de aumento del mantillo post-quema, (Daubenmire, 1968).

2.3.DESARROLLO Y PRODUCCION VEGETAL POST-QUEMA

2.3.1.Germinación y sobrevivencia de las semillas

EL efecto de la quema sobre la germinación y la sobrevivencia de las semillas es de fundamental importancia en la dinámica poblacional de los pastos anuales, ya que éste es su modo de sobrevivencia, afectando así su habilidad de reestablecimiento. Mientras que en los pastos perennes al poseer además reproducción vegetativa, los principales efectos de la quema en la dinámica poblacional serían por el daño que puede ocasionarle a sus puntos de crecimiento.

El daño que el fuego produzca sobre las semillas depende de su localización en el momento de realización de la quema. Si el fuego ocurre cuando las plantas están secas pero las semillas no han caído, o han caído y se encuentran depositadas sobre el mantillo se podría producir la muerte de muchas semillas, afectando seriamente el reestablecimiento de la pastura.

Cuando las semillas están sobre la superficie del suelo generalmente pueden sobrevivir, pero diversos trabajos encuentran alteraciones en su patrón de germinación.

Christensen y Muller (1975) establecen que cuando la temperatura alcanza los 60 grados centígrados en el lugar donde se encuentran las semillas se obtiene una estimulación de la germinación, mientras que si la temperatura sobrepasa los 100 grados ocasionaría la muerte de muchas semillas, dependiendo de la duración de la exposición al calor.

En varios trabajos se vió aumentada la germinación de las semillas luego de la quema (West, 1943, 1951, 1965, Curtis y Pertsch, Mark, 1959b, Ehrenreich y Aikman, 1957, Grant, 1963 cit. por Daubenmire, 1968; Roundy y Cox, 1988).

Para los autores el incremento en el porcentaje de germinación de las semillas asociado a la quema, puede ser uno de los factores importantes que explique la observada habilidad de reestablecimiento de las pasturas luego que son destruidas por el fuego.

Esto se debería a la súbita elevación de la temperatura en la superficie del suelo. Este natural tratamiento por calor podría reducir la dormición de las semillas, en una forma similar a los tratamientos con calor artificial, por rompimiento de la capa interior de las semillas e incremento de la inhibición (Haferkamp y otros, 1977, cit por Ruyle , Roundy y Cox, 1988).

Anderson, Smith y Owensby, (1970); en un estudio de la interacción entre quema y pastoreo encontraron que el porcentaje de germinación era afectado por los distintos tratamientos. Este porcentaje fue mayor en las parcelas con quema, seguido por el testigo y por último las parcelas fertilizadas. Comparando parcelas con y sin rastrojo, el porcentaje de germinación fue mayor en las últimas, concluyendo que la proporción de semillas viables fue mayor debido a la remoción del rastrojo.

La quema también aumentaría la germinación del banco de semillas del suelo por reducción de la alelopatía. Muller, 1968; cit.por Muller y Chirtensen, 1975; sugiere que del lavado del follaje o por descomposición del mantillo se producen toxinas que pueden inhibir la germinación de las semillas. El fuego puede remover el origen de esta inhibición y si promover la germinación. Por esta causa se explicaría el aumento del número de especies luego de la quema, que sería debido a la germinación de las especies más susceptibles a las toxinas.

Daubenmire(1968); sugiere que uno de los factores que explicaría el mayor número de especies luego de la quema sería la mayor facilidad que encontrarían las semillas para germinar y para implantarse, debido a la disminución de la competencia causada por la eliminación del mantillo.

2.3.2. Rebrote

Muchos trabajos establecen que la estación de crecimiento en las zonas quemadas podría aparecer entre una y tres semanas antes que lo normal, y en algunos casos este

rebrote anticipado podría repetirse al segundo año.

Esta precocidad estaría relacionada con el calentamiento de los suelos, la remoción del mantillo y el incremento de nutrientes especialmente nitrógeno (Daubenmire, 1968). La remoción del mantillo por la quema mejora la luz incidente para la emergencia de los brotes (Krapp, 1984 cit. por Svejcar y Browning, 1988).

En un estudio de quemas estacionales en pastizales de *Sporobolus Wrightii*, se encontraron importantes diferencias en los días que las plantas comenzaban a producir hojas luego de la quema. Las plantas quemadas en otoño producían hojas a los 240 días, aquellas quemadas en verano dentro de los 30 días y las de invierno a los 20 días (Cox, 1988).

Ehrenreich, 1959; cit. por Daubenmire, 1968; notó que la precocidad fue cerradamente relacionada con las zonas calientes, por lo que esto sería la causa a que se retorne a la normalidad durante la primera estación de crecimiento.

En las zonas quemadas donde se da un temprano rebrote puede ser que este adelantamiento en el ciclo pueda desaparecer con el transcurso de la estación o bien puede persistir por lo que se dan floraciones y fructificaciones más tempranas. También en zonas donde se vió un temprano crecimiento de la pastura puede ser que no se de una diferencia en la producción total de forraje (Daubenmire, 1968).

Estos diferentes patrones de rebrote luego de la quema podrían estar asociados a los efectos del año, que determinarían las condiciones de quema y las condiciones para que se realice o no un temprano rebrote. Condiciones normales o favorables producirían un anticipo del rebrote, mientras que condiciones más secas o desfavorables no tendrían este efecto.

2.3.3. Tamaño y vigor

El fuego puede afectar de dos maneras el vigor de las plantas, por un lado por el daño directo sobre éstas y por otro por el cambio en las condiciones ambientales luego de la quema.

En lo que se refiere a las plantas anuales si no se encuentra presentes durante la quema, el fuego puede afectar su vigor inicial por el cambio en las condiciones ambientales (temperatura del suelo humedad, etc). En el caso que se den condiciones favorables para el crecimiento, éste se vería favorecido por la disminución de la competencia.

Para las plantas perennes y anuales que se encuentren presentes en el momento de la quema es importante el daño que sufran las plantas por el calor.

El daño obtenido como consecuencia del fuego es determinado en gran medida por la temperatura que tengan las plantas, el mantillo y el suelo, ya que de estas temperaturas va a depender la cantidad de calor requerido para que el fuego llegue a un umbral letal (Daubenmire, 1968).

En donde la quema es deseable para eliminar el mantillo, con la selección de una fecha cuando el suelo esta húmedo y el mantillo es apenas seco se minimiza la tasa de calor liberado y esto implica un menor peligro de daño para las plantas (Aldous, 1935 cit. por Daubenmire, 1968).

Según Daubenmire (1968), las quemas que se realizan con mayor cantidad de combustible, en los habitat que han sido más degradados por la erosión o en las zonas de climas más seco son las que producen los mayores daños que han sido observados.

Las características de las plantas son también importantes determinantes de los daños que pueda sufrir a causa del fuego, especialmente el estado fenológico en que se encuentren. Generalmente el nuevo follaje de las plantas es grande, por lo que gran parte de sus reservas son consumidas, si

el fuego destruye a las hojas en esta época los perjuicios para las plantas son mayores (Aldous, 1954; cit. por Daubenmire, 1968).

A este respecto resultan de interés los hallazgos de Robockery y Miller, (1955); cit. por Daubenmire, (1968); que cuando quemaron una pastura en Wisconsin encontraron que las plantas que tenían un crecimiento temprano fueron dañadas, mientras que las que se encontraban en latencia escaparon al daño.

Plantas con diferentes formas de crecimiento pueden comportarse de manera distinta frente a la misma quema.

Especies cespitosas, que acumulan material muerto en la corona, pastos que tienen una raíz compacta, con el área de crecimiento confinada a un menor espacio, son en la que se producen la muerte de un mayor número de plantas y las que sobreviven tienen menor vigor. Mientras que plantas rizomatosas, con la zona de brotes por debajo de la superficie serían las menos dañadas y tendrían una mayor habilidad para recuperarse luego de la quema (Conrad y Poulton, 1966; Whisenant y Uresk, 1990).

La posición que tengan los puntos de crecimiento de las plantas en el momento de la quema es crítica. Las plantas que tengan los puntos de crecimiento más elevados son las más dañadas por el fuego (Hopkins, 1948 cit por Daubenmire, 1968). Mientras que en Georgia no se encontraron efectos de la quema sobre *Aristida stricta* y *Sporobolus curtissii*, éste fue atribuido a la posición del meristema de las hojas ya que éste se encontraba a 38 milímetros o más abajo de la superficie del suelo (Lemon, 1949; cit. por Daubenmire, 1968).

Frangi y col, (1980); en Argentina encontraron que las matas de mayor tamaño de *Stipa caudata* a los dos meses de la quema aparecían totalmente quemadas o con deformaciones en su crecimiento, mientras que en las plantas más pequeñas el rebrote aparecía más parejo. Ellos establecen que es probable que la acumulación de material combustible sobre las bases de las plantas y en el terreno sea desigual, en el caso de las matas más grandes, la mayor altura de sus bases sobre el terreno sumado a una considerable cantidad de mantillo, expliquen la mayor sensibilidad de estas plantas a las quemadas. Además en el caso de las matas más pequeñas el fuego pasaría más rápidamente sobre sus puntos de crecimiento que se ubican más cerca

de la superficie del suelo.

Debido quizás a diferencias en el ecotipo, la respuesta de las especies al fuego puede ser diferente en distintas áreas geográficas, por ejemplo *Poa* segunda fue temporariamente dañada por la quema en Idaho, pero se recuperó rápidamente, mientras que en California con similares condiciones de quema declinó progresivamente para desaparecer al quinto año (Blaisdell, 1953 cit. por Daubenmire, 1968).

Launchbaugh (1964); estudiando efectos de la quema al comienzo de la primavera sobre una pastura de especies nativas en Kansas, encontró que la altura de las plantas registradas al cierre de la estación de crecimiento indicaban una detención del crecimiento en las áreas quemadas, el cual fue atribuido por el autor al más bajo vigor de las plantas perennes causado por el daño directo del fuego y a los menores contenidos de humedad de los suelos en esas áreas.

En Idaho los rebrotes de los pastos perennes fueron pequeños en la primera estación de crecimiento luego de la quema, pero esto fue más que compensado con el incremento del número de tallos y por el espesamiento de sus órganos, por lo que su productividad fue mayor (Blaisdell, 1953; cit. por Daubenmire 1968).

Aldous (1934), cit por Daubenmire, (1968); establece que en Kansas, quemas al comienzo de la primavera incrementaron el número y tamaño de las hojas de *Andropogon scoparius* y *Andropogon gerardii*.

2.3.4. Floración

La influencia del fuego sobre la floración aparece como más predecible que su efecto sobre otras características de las plantas.

En los datos revisados de la bibliografía en la mayoría de los casos la quema aumentó la floración.

Grant, Hunter y Cross, (1963); encontraron que la floración de *Molinia caerulea* fue aumentada por la quema, si bien no definen cuales son los factores que influenciaron a esta característica, es aparente que la temperatura fue el principal factor y que este incremento no es debido a un mayor nivel de nutrientes en el suelo. Esto fue demostrado por ellos en parcelas donde se agregó fertilizantes y la floración no fue aumentada .

En un trabajo sobre el efecto de la quema sobre la producción de semillas realizado por Patton, Hironaka y Bunting, (1988); reportan que las especies en estudio tenían un porcentaje de flores llenas y un número de semillas por inflorescencia mayor en las áreas quemadas para la mayoría de los sitios .

El incremento de la altura y número de los tallos florecidos luego de la quema se debe probablemente al aumento de crecimiento de las plantas en primavera, lo cual permitiría una mayor producción de carbohidratos. Este mayor suministro de carbohidratos posiblemente induce una mayor diferenciación y crecimiento de las inflorescencias (Enrenreich y Aikman, 1963).

Hadley y Kiackhefer (1963); en una pradera de Illinois hallan que la quema aumentaba el número de tallos vivos y la floración. El segundo año luego de la quema muestra una gran reducción de estos parámetros, al tercer año vuelven a los valores pre-quema. Los autores atribuyen estos incrementos a la remoción del mantillo.

Curtis y Partch (1950), cit.por Risser y col, (1984); encuentran que al remover el mantillo se aumentó seis veces el número de tallos florecidos y que la quema, con el agregado de cenizas, lo aumentó solamente un poco más. En Illinois se lograron aumentos de hasta diez veces en los niveles de floración al quemar, mientras que el corte y la remoción de la vegetación solo logró la mitad del aumento que la quema (Risser, Birney, May, Parton y Wiens, 1984).

Bailey y Anderson (1978); en Canadá establecieron que la respuesta en producción de semillas de *Festuca scabrella*

y *Stipa spartea* es diferente según la época de realización de la quema, esta producción aumentaba o disminuía si la quema se realizaba antes o después de la inducción floral.

De acuerdo con Daubenmire (1968); el positivo estímulo en la floración dado por la quema es de corta vida, durando solamente un año y en algunos casos dos y estaría relacionado a la remoción del mantillo, siendo de mucha importancia para el reestablecimiento de la comunidad vegetal.

2.3.5. Dinámica del recubrimiento

El fuego afecta a las plantas individuales por lo tanto sus efectos van a influir en el balance de la población luego de la quema.

La quema favorece a algunas especies mientras afecta detrimentalmente a otras. Concluyen que esto resulta en un cambio en la composición de la comunidad de plantas. La extensión del cambio depende de factores tales como condiciones ambientales en la fecha de quema, la morfología de las plantas presentes, el estado fenológico de las plantas, la habilidad de las plantas para responder después del daño ocasionado por el fuego, la intensidad de la quema y las condiciones ambientales luego de ésta (Trlica y Schuster, 1969).

Box et al (1967) cit. por Box y White (1969); reportó reducciones del orden del 65% en la producción de las parcelas quemadas en primera estación de crecimiento. El porcentaje de cobertura de las especies fue alterado por todos los tratamientos de quema, algunas se incrementaban y otras disminuían en su abundancia relativa. Estos autores reportaron variada mortalidad de arbustos dependiendo de las condiciones climáticas en el momento de quema y el estado de crecimiento de las plantas. Comparando quemas otoñales e invernales encontraron que la quema otoñal fue la que produjo más forraje y la quema invernal fue la que produjo más subarbustos.

La fecha de quema en relación al ciclo de crecimiento de las especies presentes determina en gran medida el aumento o descenso de éstas. Especies creciendo activamente pueden ser completamente destruidas por la quema, o pueden ser dañadas parcialmente teniendo que recomponerse a partir de sus reservas ya reducidas por el crecimiento anterior (Anderson et al, 1970). En Missisipi el temprano crecimiento de *Poa pratensis* en primavera la hace muy susceptible a los daños por las quemas realizadas en esta estación, mientras que especies que todavía se encuentran en dormición como *Andropogon*, *Sorghastrum* o *Panicum* no son dañadas (Mc.Murphy y Anderson, 1965 cit. por Daubenmire, 1968).

Si una indeseable brotación de arbustos y malezas anuales es abundante en la comunidad vegetativa, una inadecuada fecha de quema puede favorecer esa ventaja competitiva de esas especies no buscadas y además degradar el sitio (Pickford, 1932 cit. por Ralphs y Busby, 1979).

Según Daubenmire (1968); el fuego favorece a las malezas anuales más que a las gramíneas ya sea en pasturas anuales o perennes.

Duval y Whitaker (1964); encontraron que las especies anuales invasoras se incrementaron en las unidades quemadas, pero sus porcentajes comenzaron a decrecer a partir del segundo año luego de la quema.

De acuerdo con McMurphy y Anderson (1965); la quema remueve el mulch protector y esta remoción aumenta la pérdida de agua y permite la semillazón de las especies invasoras y su más fácil establecimiento.

Investigaciones han indicado que pastos de estados temprano de sucesión tienen una ventaja competitiva con pastos de la vegetación climax ya que las especies pioneras tienen menores requerimiento de nutrientes.

Repetidas frecuencias de fuego incrementan los pastos anuales por mejoramiento del habitat (Guthrey, 1986 cit. por Whisenant y Uresk, 1990).

Pickford (1946), cit. por Robocker (1965); observó que en las áreas quemadas los pastos anuales del género *Bromus* se incrementaban. En este estudio la emergencia de las plantas sobre las parcelas quemadas fue un 40% mayor que sobre las sin quema.

Algunas veces las diferencias en composición botánica luego de la quema no refleja tanto diferencias en el daño causado a las plantas, sino que es debido a la habilidad de las plantas para producir yemas adventicias cuando son estimuladas, dándoles ventajas competitivas para sobrevivir.

En Argentina se encontró que el fuego causó cambios cualitativos y cuantitativos en la flora. La pastura mostró un incremento en el número de especies con posterioridad a la quema, debido principalmente al aumento de las dicotiledóneas, ya que se observó una disminución en las gramíneas. Por otra parte según los autores el efecto diferencial del fuego sobre las distintas plantas dejó claros en la superficie del suelo, siendo éstos cubiertos más rápidamente por las dicotiledóneas que por las gramíneas, también se dió un aumento de especies invasoras. Este mayor número de especies no indica una mayor organización de la taxocenosis, sino que por el contrario, es causada por la inestabilidad producida por el fuego, que facilita la entrada de especies de corta persistencia, que serán expulsados con el reestablecimiento del pastizal (Frangi et al;1980).

Un importante factor a considerar que promueve el aumento del número de especies es la remoción del mantillo, ya que una acumulación excesiva de éste puede provocar que especies de escasa capacidad competitiva no puedan desarrollarse (Daubenmire, 1968).

Al estudiar el efecto de la quema sobre la cobertura del suelo, en Idaho, se encontró que en un sitio la cobertura de gramíneas y leguminosas se incrementó en un 350%, en otro obtuvieron un descenso del orden de un 23% (Raphs y Busby, 1979). Pechanec (1954) también reportó un descenso en la cobertura de gramíneas en los dos primeros años siguientes a la quema, pero hacia el final de los doce años de estudio, hubo un incremento del 60%. Raphs y Busby (1979); en otro estudio de quema, pero el cual fue sembrado después de quemado, encontraron que por la competencia de las especies nativas, las especies sembradas no llegaron a establecerse en buena forma.

Sin embargo el efecto combinado de las especies sembradas

y el incremento de las gramíneas nativas mejoró la cobertura del suelo.

En campos quemados por Graves, Wilfred y McMurphy (1969); muestran que el fuego aumentó el porcentaje de especies decrecientes y al mismo tiempo el porcentaje de las especies invasoras fue significativamente menor (15% de invasoras en las parcelas quemadas vs. 30% en las sin quema). Los autores concluyen que la quema acelera la sucesión de las especies decrecientes siendo esta mejora uno de los mayores méritos notados, a su vez la quema logró una reducción importante de las especies no deseadas.

McMurphy y Anderson (1965); exponen resultados que muestran que en campos de colina en Kansas, la persistencia de especies deseables en parcelas quemadas treinta veces durante 36 años, son testimonio que la pastura no es destruida por el fuego, aunque la composición botánica es influenciada. En este estudio la quema favoreció a valiosas especies que estaban desapareciendo pero también incrementó a especies indeseables, lo que concuerda con lo hallado por Towne y Owenby (1978) cit. por Svejcar y Browning (1988).

En un estudio realizado por Steuter (1987); para determinar el cambio en la producción de especies C3 y C4 por quemas estacionales se encontró que en todos los tratamientos con quema se aumentaba la proporción de especies C3. Estos cambios en la relación de especies C3/C4 no fueron los esperados, ya que la quema por los efectos que tiene sobre la humedad del suelo, la temperatura y el status de luz tendría que favorecer más a las especies C4.

Segun Ode, cit. por Steuter (1988); las reducidas frecuencias de quema favorece a las especies C3, debido al incremento de la sombra y a las menores temperaturas del suelo, también sugiere que el pastoreo debería cambiar la relación de especies hacia una predominancia de las C4. Llega a la conclusión que la remoción de la pastura por cualquier evento puede modificar el microclima del sitio y así las condiciones de crecimiento para las especies C3 y C4.

En raras ocasiones el fuego no tiene efecto sobre la

composición de la vegetación, posiblemente debido a una larga historia de quema, lo que puede producir una selección natural hacia las especies más adaptadas a la quema (Baklund, 1965, cit. por Daubenmire, 1968).

2.3.6. Producción

En algunos estudios el fuego reduce la productividad de las especies, pero en otros la productividad no fue reducida o afectada por la quema, como así también se encontraron aumentos en la producción.

Varios factores pueden explicar los contradictorios resultados obtenidos en los estudios sobre quema: 1) En algunos ecosistemas la quema durante años húmedos es un factor positivo en la producción primaria, pero lo contrario es cierto para años secos. 2) Las especies responden al fuego de distinta manera y así los efectos de la quema dependen de la composición botánica. 3) La época de quema es otro factor que afecta la respuesta en producción (Svejcar y Browning, 1988).

Investigaciones hechas en pastizales naturales quemados anualmente desde 1928, muestran que la época de quema es el factor más importante en determinar la respuesta en producción (Svejcar y Browning, 1988).

Al existir una fuerte interacción entre el efecto año, tipo de vegetación y época de quema las respuestas en producción son muy diferentes. Por lo que es posible encontrar datos que muestran un incremento de la producción en quemados de primavera (Engle, Bidwell, Stritzke y Rollins, 1990, Towne y Owensby, 1984), en quemados de verano (Cox 1988), o en quemados de invierno (McMurphy y Anderson, 1965).

Según Daubenmire (1968); la producción de la vegetación puede ser incrementada o reducida por la quema, la reducción frecuentemente está asociada a una inoportuna fecha de quema en relación al

estado fenológico de la planta o con un clima muy seco. Los incrementos serían el resultado de la mayor luz inicial recibida y la mayor temperatura del suelo (Knapp et al; 1988).

Otro factor que afecta en gran forma la respuesta en producción que se obtenga por la quema es el efecto del año, por lo general las reducciones están relacionadas con los años con precipitaciones deficientes y se ven agravado por la tendencia de los suelos de secarse más rápidamente en las áreas quemadas (Daubenmire, 1968; Wright, 1969; Anderson, 1965). Esto mismo ocurre cuando se realiza quemas en zonas áridas, donde las poblaciones sufren una fuerte reducción. Según West (1965) el fuego generalmente incrementa la producción en las regiones relativamente húmedas, pero puede ser perjudicial en las zonas más áridas.

Kucera y Ehrenreich (1962) cit. por Daubenmire (1968); sugieren que el incremento en la producción en las zonas húmedas puede ser debida a la liberación del efecto depresivo del mantillo, ya que la acumulación de éste en las zonas húmedas suele ser importante.

Si el agua disponible es suficiente, la quema induce aumentos en la producción para los siguientes dos o tres años. Sin embargo esto no ocurre si se usa en forma reiterada la quema anual de pasturas o si las precipitaciones son escasas (Risser, Birney, May, Parton y Wiens, 1984).

Con el transcurso de los años las producciones de las pasturas por lo general vuelven a sus valores normales, ya sea que se halla obtenido un aumento o un descenso en los niveles de producción.

En Florida, pasturas con *Aristida Stricta* quemadas frecuentemente, mantenían la calidad de la pastura, pero el fuego reducía la producción de ésta y su producción normal no fue recuperada hasta el tercer año luego de la quema (Hilman y Lewis, 1962 cit. por Daubenmire, 1968).

Peek, Riggs y Lauer (1979); en Idaho encuentran que la producción decreció luego de la quema. Al segundo y tercer año obtuvieron producciones mayores y con diferencias significativas en las parcelas quemadas.

En Virginia, Cushme y Redd (1968), cit. por Daubenmire (1968); obtuvieron seis veces más plantas en las parcelas quemadas; con un importante aumento en la contribución de las leguminosas.

En Coastal Plains, Texas, se produjo cinco veces más materia seca al primer año de la quema en las parcelas quemadas y dos veces más al tercer año (Lay 1956 cit. por Daubenmire, 1968).

Duvall (1962) cit. por Daubenmire (1968); encontró un aumento de la producción en pastura de Lousiana, volviendo a la producción normal al quinto año.

Por lo visto en esta sección se pueden obtener aumentos en la producción de las pasturas, pero la magnitud de este incremento es afectado por la época de quema, condiciones climáticas, historia del sitio y la composición botánica de la comunidad.

2.3.7. Utilización y calidad

Los manejos del suelo que eliminan el forraje muerto, ya sea por quema o corte y los tratamientos aplicados luego de éstos, son corrientemente pensados para estimular un nuevo crecimiento y aumentar la calidad de la pastura (Cox, 1988).

En pasturas con predominio de especies de baja apetibilidad la quema contribuye a elevar la calidad del forraje producido durante el primer año, aunque la producción de forraje puede disminuir. Estos aumentos en la calidad estarían dados por los incrementos en el contenido de proteína cruda y de fósforo, siendo explicados fundamentalmente por el rebrote de las pasturas, por lo que en muchos de los realizados éstas mejoras desaparecen en el correr de la estación.

Varios autores citan que alrededor de los dos meses los contenidos de proteína cruda y fósforo son similares entre

las áreas quemadas y las sin quema (Cox, 1988; Hilmon y Hughes, 1965; Daubenmire, 1968).

Grelen y Epps (1967); establecen que tanto la quema como el corte mejoran la calidad y cantidad del forraje. A pesar del efecto beneficioso en la calidad del forraje, éste fue deficiente en uno o varios nutrientes críticos durante el estudio. Todas las muestras excepto las colectadas en el primer verano luego de los tratamientos, contenían menos del 8,3% de proteína (% mínimo requerido para mantenimiento). El contenido de fósforo fue consistentemente menor al 0,18% mínimo, mientras que el contenido de calcio siempre excedió el 0,24% mínimo requerido.

Kirk, Davis y otros (1974); en Florida, USA, estudiando el efecto de la quema y corte en la composición química de *Aristida stricta*, encuentran una mejora en el contenido de proteína cruda y fósforo luego de los tratamientos. Esta mejora tenía una fuerte tendencia estacional y muy ligada al nuevo rebrote.

El efecto del nuevo crecimiento fue mayor para la proteína que para los otros factores. Las muestras colectadas a los treinta y cinco días post-tratamiento tenían 5,9% de proteína, mientras que las colectadas 289 días después tenían un 3,8%, lo que implica una reducción del 36%. Estos autores no encuentran diferencias significativas entre los tratamientos de corte y quema.

Un factor importante en determinar la calidad del forraje luego de la quema es la época cuando ésta se realiza existiendo un efecto variable según la época de quema. Por ejemplo quemar al final de la primavera en pastizales de *Andropogon scoparius* en Kansas, USA, incrementaron el contenido de proteína, mientras que quemar en otras estaciones lo hacen decrecer (Aldous, 1935 cit. por Daubenmire, 1968). La quema al final del invierno incrementó el contenido de proteína y fósforo en el nuevo crecimiento, pero este beneficio se mantiene sólo hasta mediados de primavera cuando finaliza la etapa de hoja joven (Campbell, 1954, cit. por Grelen y Epps 1967).

En Kansas, el contenido de proteína de pasturas de *Andropogon* en el verano siguiente a la quema fue más alto después de una quema al final de la primavera que una

realizada al comienzo de esta estación (Aldous, 1935 cit. por Grelen y Epps 1967).

Grelen y Epps (1967); indican que la quema de campo en verano puede suministrar adecuada proteína al final del verano, cuando el forraje de las quemas más tempranas contiene promedios considerablemente inferiores al 8%. En su estudio estos autores además del mejoramiento en el contenido de proteína, durante 30 días posteriores a los tratamientos, la quema de verano incrementó la proteína en la vegetación madura indisturbada por la quema. En cuanto al contenido de fósforo encontraron que nunca llegó al 0,18%. Los autores concluyen que quemando el campo por partes, desde el comienzo del verano hasta mediados de esta estación, se podría proporcionar forraje de buena calidad durante una gran parte del año.

Duval y Whitaker (1964); analizando un sistema de quemas en rotación indican que este tratamiento mejora la distribución del pastoreo, pasando de una utilización del 29% en las zonas sin quema a una utilización del 92% en las áreas quemadas.

Volg (1965); analizando el contenido de agua en matorrales en pradera de savanas quemadas en primavera, encontró que el fuego incrementó el contenido de agua en las plantas. Algunas especies de plantas se vuelven más deseables y palatables con este incremento. La mayor succulencia de gramíneas, no gramíneas y arbustos producida por la quema, frecuentemente incrementó la utilización.

Heywards (1932) cit. por Daubenmire (1968); estableció que si el fuego no levanta las temperaturas cercanas al suelo a más de 100°C las sales solubles y amoniacales son incrementadas en el suelo y Hart (1932) cit. por Daubenmire (1968); observó que donde el suelo es fértil la quema tiene un pequeño efecto en la composición química de las plantas.

Sampson (1944) cit. por Daubenmire (1968); estableció que las cenizas resultantes de la quema de pastos no afectan la composición química de las plantas que creció luego de ésta. En relación a esto es también pertinente notar que no todos los grupos de asociaciones

de especies son necesariamente mejoradas en su palatabilidad para el ganado luego de la quema y que el incremento en la palatabilidad no es relacionado con que las plantas hallan sido dañadas o estimuladas por el fuego (Sewel 1948, cit. por Daubenmire, 1968).

Otras posibles explicaciones para el mejor contenido de nutrientes en el follaje de las áreas quemadas es que la persistencia de partes senescentes de años previos puede disminuir el crecimiento de los nuevos tallos por competencia por nutrientes, los que serían eliminados por el fuego, además la quema puede incrementar la actividad de las raíces y esto hace aumentar el aprovechamiento del nitrógeno (Daubenmire, 1968).

Klett, Hollingsworth y Schuster (1971); encuentran que la fertilización nitrogenada no tuvo influencia sobre la preferencia del ganado sobre las áreas quemadas o sin quema, pero la quema incrementó en gran forma la utilización. La lozanía del material verde libre de restos secos sobre el área quemada contribuyó a esa diferencia, además del mayor contenido de proteína en el rebrote.

Owensby y Smith (1979); en Kansas concluyen que para mantener la mayor calidad de la pastura es mejor la quema y entre 0 y 45 kg de N/ha. comparado con sin quema y 90 kg. de N/ha.

Las ganancias de los animales en pastoreo, es otro indicador del impacto de la quema en los campos.

Luego de la quema generalmente se da una atracción hacia los nuevos pastos por el ganado, causado por el aumento en el contenido de sales.

Smith (1965); realizó el promedio de 15 años de ganancia de carne en quemas de mitad y final de primavera, éstas eran entre 9 y 11 kg. mayores en las áreas quemadas, aunque la producción de las pasturas no varió en forma significativa entre los tratamientos. Owensby y Smith (1979); también reportan mayores ganancias de los animales en las parcelas quemadas.

Grant, Hunter y Croors (1963); en un estudio sobre el comportamiento de *Molinia caerulea* encuentran que cuando esta planta es quemada tiene un nuevo crecimiento que la hace más accesible y atractiva para las ovejas.

En California las diferencias en la composición química en los tejidos de las plantas desaparecieron al tercer año luego de la quema, sin embargo los animales todavía elegían pastorear las zonas quemadas.

La mejor utilización de las pasturas por el ganado en la zonas quemadas puede no ser debida solamente a una mejora en la composición química,

sino que la quema mejora la utilización de ésta simplemente por la eliminación del mantillo y es posible que las mayores ganancias de peso de los animales sean debidas a un menor gasto de energía al pastorear las áreas quemadas, ya que tienen el alimento más fácilmente disponible. Esto puede permitir que los animales consuman un mayor volúmen en un corto tiempo (Daubenmire, 1968).

2.4. MANEJO DE LA QUEMA

2.4.1. Objetivos

Tanto a nivel nacional como internacional el principal objetivo de la quema de pasturas es mejorar en el futuro su producción, calidad y utilización.

En Uruguay, el principal uso de la quema, es para enter necer campos endurecidos por los desajustes originados normalmente entre la carga animal y producción de forraje.

Otro objetivo es la limpieza de campos sucios, en los que otras técnicas no son practicables ó de elevado costo. Por último, en menor proporción, la quema es usada como tratamiento del tapiz para siembras en cobertura y en ocasiones con laboreo del suelo, (Rosengurt B., 1977).

Mediante tratamientos de quema de pasturas previo a la siembra, se han logrado resultados positivos en Gran Bretaña (Gardner, 1957; Jones, 1963), Australia (Coaldrake y Russell, 1969) y Uruguay (Mederro, Fillat y Navarro, 1958). Estos últimos autores compararon campo con pastoreo normal, campo arrasado por pastoreo y campo quemado previo a la siembra; habiendo constatado la superioridad del campo quemado sobre el arrasado y ambos sobre el campo con pastoreo normal.

La mayoría de los trabajos extranjeros, se refieren a la quema como posible herramienta para elevar la producción y/o la calidad de de las pasturas por diferentes vías como, más fertilidad del suelo, control de hierbas no deseables, etc.. Se citan algunos trabajos mostrando variados objetivos buscados con la quema.

Un uso no común en el Uruguay es el que reportan Hamilton W. y Scifres C., (1982). Por medio del fuego se intentan rejuvenecer praderas sembradas de *Cenchrus ciliaris*, L., de buen comportamiento frente al fuego, en planicies del Sur de Texas, que son invadidas por otras especies, acortando la vida de la pradera.

La quema puede ser una técnica adecuada para acondicionar el tapiz cuando existe una cubierta densa de malezas leñosas de mediano y alto porte, y cuando predominan especies endurecidas, (Langer, 1981, cit. por Bologna y Hill, 1993).

La quema como pretratamiento del tapiz para siembras en cobertura de leguminosas subtropicales, arrojó valores más altos de densidad de plantas y producción que el tratamiento de sobrepastoreo y con rendimientos similares a cultivos con laboreo de la especie, (Miller H., 1967).

Stocker G. y Sturtz J. (1966); han hallado buenos establecimientos y producción de *Stylosanthes humilis* H.B.K., sobre campos quemados dominados por *Sorghum intrans*, Meull.

El manejo de la quema está muy relacionado al objetivo por el que se realiza y en cada situación se debe tener un plan de quema, que en base a un estudio previo considere los siguientes puntos:

- *Donde quemar
- *Cuando quemar
- *Como quemar
- *Manejo post-quema

2.4.2. Donde quemar

La bibliografía consultada, en especial la que investiga sobre ventajas y desventajas de la quema, afirma que muchos de los fracasos y desastres reportados se deben a la mala elección del área a quemar. El concepto claro en la literatura, es que no todos los campos son aptos de ser quemados debido a varias causas como: tipo de suelo, topografía, composición botánica, capacidad de rebrote del tapiz, etc..

Pechanec J., Stewart G. y Blaisdell J., (1948); sugieren las características que debe tener un campo a quemar en

USA: *El fuego debe ser legalmente permitido, con personal y equipos suficientes para su control.

*El uso principal del campo debería ser pastoril.

*Predominio de suelos firmes y pendientes menores a 30%.

*Es conveniente que más del 30% de la composición botánica corresponda a especies que se quieran eliminar.

*Donde las gramíneas y hierbas resistentes al fuego, sean más del 20% de la cobertura vegetal, o bien si el porcentaje es menor, que sean campos aptos para la siembra de especies deseadas.

Los autores resaltan la importancia de una buena población de especies deseables resistentes al fuego o en caso contrario la resiembra de especies, para ocupar los espacios libres, la fertilidad y la humedad, antes del rebrote de las especies indeseables.

Donde el manejo racional del pastoreo no sea practicable o difícil de llevar a cabo, la quema sólo puede conducir a mejoras de corto plazo.

En relación a lo anterior, Berretta E. (1992); enfatiza en la importancia de la quema controlada como técnica de manejo de campo, con objetivos específicos. Su uso requiere un conocimiento de los procesos que se producirán luego del fuego, es decir que debe conocerse el comportamiento de las principales plantas que componen el tapiz. Plantas de raíces pivotantes, profundas como *Eupatorium bonifolium*, con tubérculo como *Eringium horridum* o con raíces gemíferas como *Baccharis coridifolia*, particularmente éstas dos últimas, generalmente son favorecidas por la quema, ya que el fuego elimina la competencia que le hacen los pastos acumulados a su alrededor. Además aumenta el suelo desnudo que muchas veces es colonizado por estas plantas, sea por rebrote o por semillas que no fueron afectadas por las altas temperaturas.

La quema es a veces el único recurso aplicable para mejorar campos o partes de éstos, ya sea por accidentes topográficos donde no pueden pasarse máquinas, lugares rocosos o con árboles y arbustos grandes, barrancas, etc.. En estos casos debe preverse que la quema no cause la erosión del suelo o el aumento de las malezas, (Rosen gurt B., 1977).

En pendientes moderadas y fuertes en USA, se registraron pérdidas de suelo importantes, sin ser graves en pendientes suaves. Los autores hallaron que la recobertura

del suelo por la vegetación y la pendiente del área quemada serían los principales factores en regular la erosión por sedimentación del suelo. En base a los datos hallados recomiendan no quemar campos con pendientes mayores al 20 %, (Wright H., Churchill F. y Stevens W., 1976).

2.4.3. Cuando quemar

2.4.3.1. Estación del año.

Es imposible definir una época adecuada para la quema, ya que cada sitio con su clima, suelo y composición botánica responde en forma diferente, así como varía la mejor época según el objetivo buscado.

En Uruguay, cuando la quema busca enternecer o afinar campos con un tapiz de asociación compleja, la época adecuada sería marzo o abril, para favorecer los pastos invernales mientras reposan los estivales predominantes en el campo endurecido.

En espartillares de Stipas, también se recomienda esa época, porque los brotes son más apetecidos durante el período frío y no son comidos durante el verano.

Sin embargo donde el pajonal es exclusivo, la mejor época es setiembre a octubre, cuando empieza la brotación, (Rosengurtt B., 1977).

Para favorecer el enternecimiento del campo, proceso inverso al endurecimiento, la quema debería realizarse a fines de invierno o comienzos de primavera. En esa época el crecimiento del campo puede estimarse en unos 20 Kg de materia seca por hectárea y por día. Otras épocas en las cuales puede usarse el fuego es en veranos húmedos y otoño, donde se produce un abundante crecimiento y floración de pastos estivales. En este caso, con campos estivales, el crecimiento durante el otoño e invierno se verá reducido. Además del poco crecimiento de especies estivales, habrá un aumento de malezas enanas, muchas de ciclo invernal, pero de muy baja producción. El recubrimiento del suelo será lento, por lo que el riesgo de erosión de suelos livianos

puede ser considerable cuando se producen lluvias intensas, (Berretta E., 1992).

En campos invadidos por malezas perennes se recomienda la quema de fines de verano o principios de otoño, pero no antes de 10 días luego que las gramíneas deseables hayan producido semillas maduras y sus hojas se sequen. Afirman que es contraproducente la quema en mitad del verano, con mucho combustible o en un año muy seco.

Cada año la fecha de quema, se debe definir de acuerdo al crecimiento de las plantas y no por calendario, en especial por la variación en maduración de las semillas, (Pechanec J., Stewart G. y Blaisdell J., 1948).

Un punto importante en la definición de la época de quema es la composición botánica del tapiz, asociado al objetivo que se persigue. Para esto, se necesita conocer de las especies a controlar o favorecer, el ciclo anual, el tipo reproductivo, sus fechas de semillazón, dormancia y su comportamiento frente al fuego.

En bajos endurecidos de *Paspalum quadrifarium*, cuando la quema se realiza para siembras en cobertura, ésta debe coincidir con la fecha de siembra de las especies a introducir, que por lo general se encuentra entre mediados de marzo a mediados de abril, (Formoso D., 1991).

Sería conveniente, según varios autores, quemar en épocas en que exista disponibilidad de forraje extra, para un buen manejo del pastoreo posterior. Es importante remarcar, que si llegada la época adecuada de quema, la estación se presenta muy seca, es conveniente no realizarla.

2.4.3.2. Día de quema.

Por lo visto anteriormente, sobre las características del fuego, y su efecto en la vegetación, mantillo y suelo, la buena elección del día de quema puede ser muy importante en el logro de los objetivos planteados. Una quema adecuada, sería aquella fácil de controlar, uniforme y sin temperaturas excesivamente altas sobre el suelo.

Debe esperarse un día en que la velocidad del viento no supere los 20 kilómetros por hora y con humedad relativa

del 60 a 70%, (Berreta E., 1992).

En el día de quema el suelo debe estar lo suficientemente húmedo como para evitar que el fuego consuma su contenido superficial de materia orgánica. La quema de suelo alcaliniza a éste, y llegan a encontrarse partículas grandes de arcilla calcinada como cerámica; la quema durante sequía se explica por ignorancia, por el deseo de hacer trabajos excesivamente fáciles, (Rosengurtt B., 1977).

Se debe seleccionar un día de quema que sea caliente y seco, con vientos moderados y bien definidos en su dirección. La mejor hora sería ya cerca de la tardecita, porque luego baja la temperatura y aumenta la humedad relativa, facilitando el control del fuego, (Pechanec J., Stewart G. y Blaisdell J., 1948).

2.4.4. Como quemar

Para quemar, se debe tener un plan de quema en base al estudio previo del área a tratar. Dentro del plan, debe constar la técnica a usar, construcción y tamaño de los cortafuegos, disponibilidad de personal y equipos suficientes para comenzar y controlar la quema. Para quemar arbustos, abundante combustible, sería necesario líneas cortafuegos dobles de 30 a 60 metros de ancho, extendidas a lo largo del lado donde golpea el viento, en los otros costados del área, líneas simples de 1,8 a 2,5 metros serían suficientes. Los cortafuegos deben impedir el pasaje del fuego; éstos se pueden hacer de varias formas, los más comunes son con maquinaria invirtiendo el suelo y con fuego. Es importante comprobar que la línea esté bien limpia de plantas o restos que puedan hacer pasar el fuego. Al hacer cortafuegos quemando, se deben realizar contra el viento y mejor si éste es suave, para facilitar su control, (Pechanec, Stewart y Blaisdell, 1948).

La quema debe limitarse estrictamente a las áreas cubiertas por materiales indeseables que se necesita destruir, evitando la quema del tapiz bajo bien empastado. Se facilita el aislamiento del fuego cuando el tapiz está húmedo pues las pajas y espartillos altos secan más rápi-

dos sus órganos. El fuego se transmite entre maciegas por medio de mecheros simples que se hacen con materiales de desecho. Cuando la quema se prepara sobre pajonales muy densos, hay que preparar contrafuegos para evitar fugas del fuego, deterioros de alambrados, bosques, casa, etc.. Es laborioso hacer contrafuegos donde el pajonal cubre el alambrado, puesto que hay que hacer cortes y acarreos de la paja cortada en franjas de varios metros de ancho. El mejor contrafuego es la franja quemada previamente. Hay menos riesgos de fuga del fuego cuando se quema con viento que viene del pajonal, porque hace que el fuego progrese lentamente, (Rosengurtt B.,1977).

Es necesario hacer contrafuegos, ya sea prequemando una franja que debe tener unos 20 metros de ancho, o bien remover la vegetación con maquinaria (rastra, excéntrica, etc.). No es conveniente la quema en manchones porque esto dificulta el manejo posterior del campo, (Berretta E., 1992).

Formoso D., (1991); para iniciar la quema sugiere la confección de quemadores, que se hacen con una vara larga a la que se le engancha un trozo de neumático encendido, el que por su lenta combustión y difícil apagado lo hace apto para la quema de maciegas aisladas o pajonales poco densos.

Con el fin de lograr una quema menos dañina, de acuerdo con la bibliografía consultada se recomienda la quema a favor del viento, para que se deslice más rápido por el campo sin calentar el suelo.

2.4.5. Manejo post-quema

Pechanec, Stewart y Blaisdell, (1948); hicieron un relevamiento de quemas que resultaron en fracasos en USA, analizando las posibles causas. Los autores reportan causas tales como: mala elección del tapiz a quemar, suelos inapropiados y pendientes pronunciadas, etc., pero sugieren que las mayores pérdidas se dan por un mal manejo del pastoreo luego de quemar. Esto causa la muerte de plantas, pero además no permite que las especies deseables tomen ventajas en el uso del agua, nutrientes y espacios frente

a las especies que se busca controlar.

El ganado apetece las cenizas, pisoteando y comiendo sobre las áreas quemadas con más frecuencia que en el resto del potrero. Este comportamiento es conveniente o contraproducente según las especies que hay en las distintas áreas del potrero y según como se maneje la dotación en las diferentes épocas. En casos de pajonales y espartillares, el pastoreo a poco tiempo de la quema sería conveniente porque el ganado utiliza estas especies en sus estadios jóvenes, controlándolas. Por lo dicho anteriormente, cuando se quema para sembrar, debe retirarse el ganado el mismo día de realizado el trabajo, ya que el ganado ocasiona un marcado deterioro en el suelo pisoteado y en la vegetación del área que se quiso mejorar, (Rosengurt B., 1977).

Cuando se queman pajonales para sembrar, es conveniente aislar el área, o bien sacar los animales del potrero porque lamen la ceniza con la consiguiente pérdida de semillas y plántulas. Posteriormente debe permitirse la implantación de las especies sembradas, sin pastoreo durante el otoño y si lo requiere todo el invierno. Como el pajonal es de ciclo estival, no ejerce competencia sobre lo implantado y al rebrotar en primavera habrá ya un tapiz establecido. Las hojas jóvenes de *Paspalum quadrifarium* se mezclan con los tréboles ofreciendo una mezcla forrajera balanceada. Es recomendable entonces, realizar el pastoreo con altas cargas y en cortos períodos de tiempo para reducir la selección del pastoreo. Durante el primer año es mejor usar animales livianos, (Formoso D., 1991).

Para el pastoreo, debe esperarse cierto tiempo a que la vegetación se recupere y recubra el suelo, para evitar el pisoteo y erosión. Además, si el potrero es quemado en manchones, los animales van a sobrepastorear las áreas de pastos enternecidos por la quema, dejando el resto que se irá endureciendo, volviendo así a la situación original, (Berretta E., 1992).

El pastoreo puede ser la causa de malos resultados en quemas que han sido planificadas, así como un buen manejo puede corregir quemas mal realizadas. En quemas tarde en el verano o temprano en el otoño, no debe permitirse el

pasaje de animales durante todo el otoño, por riesgos de erosión y porque se introducen semillas de especies no deseadas. El forraje el primer año es poco sobre quemado, esto hace más dañino el pastoreo. En este año hay que permitir el desarrollo a las especies deseadas. Al segundo año, se puede pastorear, pero considerando que se dará la primera gran diseminación de semillas de las plantas que se buscó favorecer, por lo que sería recomendable pastoreos suaves y estratégicos, (Pechanec, Stewart, Blaisdell, 1948).

En pasturas de pobre calidad, se constató que la quema y el pastoreo diferido con ovejas mejoraba la calidad de las plantas, y mantenía los niveles más altos por más tiempo en el verano, (Powell J., Zawi H., Crockett J., Croy L. y Morrison R., 1973).

En quemas de campos de matorrales, se encontró una alta interacción entre quema y pastoreo. Cuando luego de quemar se hicieron pastoreos de alta intensidad, se llegó a condiciones vigorosas de crecimiento, manteniendo la pastura atractiva para las ovejas. Cuando el pastoreo no fue controlado, el efecto de la quema se tornó impredecible, especialmente en sitios mal quemados y desuniformes. Los buenos resultados sobre estas vegetaciones se alcanzan cuando ambos factores quema/pastoreo son controlados, (Grant S. y Hunter R., 1967).

Wright H., (1974); reportó que el período sin pastoreo luego de quemar, debe definirse en relación a la recobertura vegetal y ésta es afectada por las diferentes condiciones de humedad cada año. En años de precipitaciones normales, el tiempo adecuado sin pastoreo sería de tres a cuatro meses, pero en años secos se debe esperar hasta siete meses o más.

La bibliografía consultada coincide en que el tamaño del área a quemar es importante en el éxito de la quema. En relación al pastoreo, cuando se quema para mejorar la calidad y producción, hay que prevenir que existe un período inmediato al fuego en que no hay producción y debe haber forraje extra para el ganado retirado de ese campo. Esto es más difícil al quemar grandes áreas. También al aumentar el área, se pierde uniformidad de la quema y es más difícil el manejo del pastoreo.

En varios trabajos se presenta a la quema rotativa con subdivisiones como una herramienta eficaz en el manejo de la pastura.

Duvall V. y Whitaker L., (1964); lograron en base a un plan de quemas rotativas de primavera, en tres subunidades de similar capacidad de pastoreo, aumentar la producción de vacas lactantes. En el área recientemente quemada, el forraje era más rico en nutrientes, produciendo ganancias de peso a vacas lactantes durante el verano cuando las áreas sin quemar y moderadamente pastoreadas tenían baja calidad sin cubrir los requerimientos.

El pastoreo intenso del área quemada reciente la producción de materia seca durante el invierno, pero en esa época ya el pastoreo se distribuye entre las otras subunidades.

Las ventajas de la quema rotativa serían, que es solo una fracción a la que se le elimina la vegetación, sin una gran reducción de la oferta de un momento a otro. Además, si el rebrote es pobre existe la opción de retardar la quema de la siguiente fracción hasta que exista más disponibilidad de forraje.

Por último, hay autores que mencionan para siembras sobre quemado, que el pasaje de ganado puede aumentar el contacto semilla suelo en los días postquema. Sin embargo Formoso D., (1991) y Rosengurtt B., (1977); sugieren que la siembra enseguida que la ceniza se enfrió sería lo adecuado, ya que éstas descienden entre la ceniza esponjosa, y se depositan contra el suelo, siendo cubiertas por las cenizas al compactarse. No es adecuado demorar la siembra luego de la quema.

Sin embargo, una quema severa puede eliminar por completo la cubierta vegetal, lo que resulta en un pobre establecimiento al dejar las semillas expuestas a las fluctuaciones ambientales. Por ello Cullen, (1969) cit. por Bologna y Hill, (1993); sugiere que luego de una quema intensa, la siembra debería atrasarse por algún tiempo, de manera tal que se realice con vegetación.

Comparando la instalación de leguminosas entre el pretratamiento quema y diferentes intensidades de pastoreo, la mayor implantación se constató sobre campo quemado. Sin embargo no hubo diferencias en el número de semillas germinadas, lo que indicaría que el efecto principal de la quema fue la eliminación de la competencia ejercida por el tapiz natural, (Medero et al, 1958, cit. por Bologna y Hill, 1993).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACION

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de San Antonio, dependiente de la Facultad de Agronomía en el departamento de Salto, R.O.U, ubicada a una latitud (sur) de 31 grados, 20 minutos.

La E.E.F.A.S se extiende a ambos lados de la ruta 31, con un casco situado en el kilómetro 21 de dicha ruta.

El ensayo se ubicó en el potrero 43 que linda en su lado norte con el kilómetro 17 de la ruta 31 tal como se observa en el mapa adjunto.

Dicho potrero tiene una superficie de 25,1 hectáreas, con una pendiente moderada de Sur a Norte.

Los bloques experimentales se situaron en la dirección Este -Oeste, a un nivel similar de altura , en la parte alta del potrero, evitando diferentes sitios topográficos entre bloques.

Previo a la siembra se midió disponibilidad de forraje, composición botánica y fertilidad del suelo, realizándose la quema el 6 de mayo de 1992.

Como se aprecia en el mapa del potrero 43, en él predominan suelos del grupo S09.11 y en menor proporción, suelos del grupo 12.11 donde se ubicó el sitio experimental, según la carta 1:1.000.000 de la dirección de suelos y fertilizantes.

El potrero se encuentra en una zona de transición de suelos de la formación Salto y suelos de Basalto.

El grupo S09.11. se ubica en la zona S.09 que comprende suelos desarrollados a partir de sedimentos de texturas gruesas de la formación Salto. Este grupo consiste en realidad de una asociación del grupo S.09.11 con suelos superficiales de Basalto. Aparece en la región Litoral de los departamentos de Salto y Artigas, aunque localizados en laderas de disección asociadas a vías de drenaje.

Los Inceptisoles Ocricos (Regosoles de canto rodado) pueden representar hasta el 70% de la asociación, correspondiendo a Brunosoles Eútricos Típicos Superficiales y moderadamente profundos (Litoregosoles y praderas negras superficiales) el 30% restante.

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO
Potrero 43

PH en H ₂ O	PH en KCL	% de M.O.	*P	** K	**Ca	**Mg	**Na
6,2	5,1	5,1	5,75	0,81	15,2	3,0	0,31

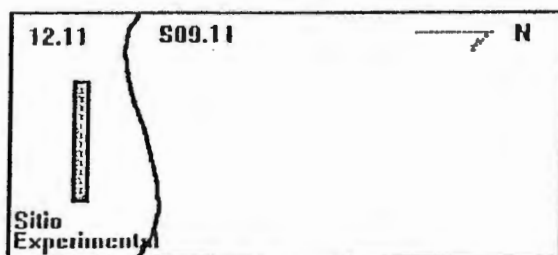
* Partes por millon

** Miliequivalentes por cada 100 gramos de suelo

CUADRO 1

MAPA DE SUELO

Potrero 43



GRAFICA 1b

ESPECIE	FRECUENCIA(%)	ALTURA	DIAMETRO
SCHIZACHYRIUM MICROSTACHYUM	70.50	70cm	-----
BACCHARIS ARTICULATA	1.00	75cm	70cm
BACCHARIS CORIDIFOLIA	37.00	45cm	30cm
BACCHARIS TRIMERA	12.50	55cm	50cm
ERYNGIUM HORRIDUM	5.50	----	60cm

CUADRO 2 : Frecuencias y dimensiones de las principales malezas

Este grupo corresponde a la unidad Constitución de la carta a escala 1:1.000.000 y su Índice Coneat es 39.

El grupo 12.11 se encuentra en relieves de lomadas suaves (1 a 3 % de pendiente) con valles cóncavos asociados. Los suelos dominantes son Vertisoles Háplicos (Grumosoles) y Brunosoles Eútricos Típicos (Praderas negras mínimas). Corresponde a la unidad Itapebí - Tres Arboles de la carta a escala 1:1.000.000 de la Dirección de Suelos y Fertilizantes, con un Índice Coneat de 162.

En el cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de fertilidad del suelo.

3.2. CARACTERIZACION DEL TAPIZ VEGETAL

Con referencia al uso e historia del potrero, se destaca un uso pastoril principalmente, y en la década del 70 se realizaron cultivos de verano, Sudangrass en la mayoría de los años, utilizado con fines de pastoreo. A partir del año 1978 dejó de ser laboreado, por lo que al momento del ensayo el potrero tenía 14 años de regeneración desde el último cultivo. Durante esos 14 años su uso fue exclusivamente pastoril.

Cabe destacar que el potrero 43 ha presentado desde tiempo atrás problemas de aguadas, por lo que se lo ha manejado con porterías abiertas hacia otros potreros. Esto ha derivado en un sub-pastoreo generalizado del potrero durante varios años.

A la fecha del ensayo el campo mostraba señales de un sub-pastoreo, siendo un campo endurecido y con una clara doble estructura del tapiz.

Presentaba una disponibilidad de 6000 kg. de MS./Ha. La frecuencia y contribución de las gramíneas invernales fueron bajas, siendo las especies dominantes en este sitio por su frecuencia y aporte las gramíneas estivales.

La especies más características del tapiz son : perennes estivales , *Desmodium incanum*, *Paspalum notatum*, Ciperaceas, *Setaria geniculata*, *Dichondra microcalix*, *Ambrosia tenuifolia*, *Schizachyrium spicatum*, *Sporobolus indicus*, *Bothriocloa laguroides*, *Schizachyrium microstachyum*; y dentro de las perennes invernales, *Stipa setígera*, *Piptochaetium montevidensis*, *Briza subaristata*, *Piptochaetium stipoides*, *Chevreulia acuminata*.

En el cuadro 2 se puede observar la frecuencia, así como la altura y diámetro de la copa de las malezas de alto porte y maciegas, antes del tratamiento con corte y quema. Dentro del área experimental se registraron al azar las dimensiones de individuos de estas especies.

Del cuadro se desprende la alta incidencia de estas especies, afectando la calidad y disponibilidad de forraje, así también la alta competencia que estas especies ejercen sobre los otros componentes del tapiz. Estas malezas presentaban muchas partes secas y partes leñosas, por lo que la disponibilidad de combustible en el momento de la quema fue importante.

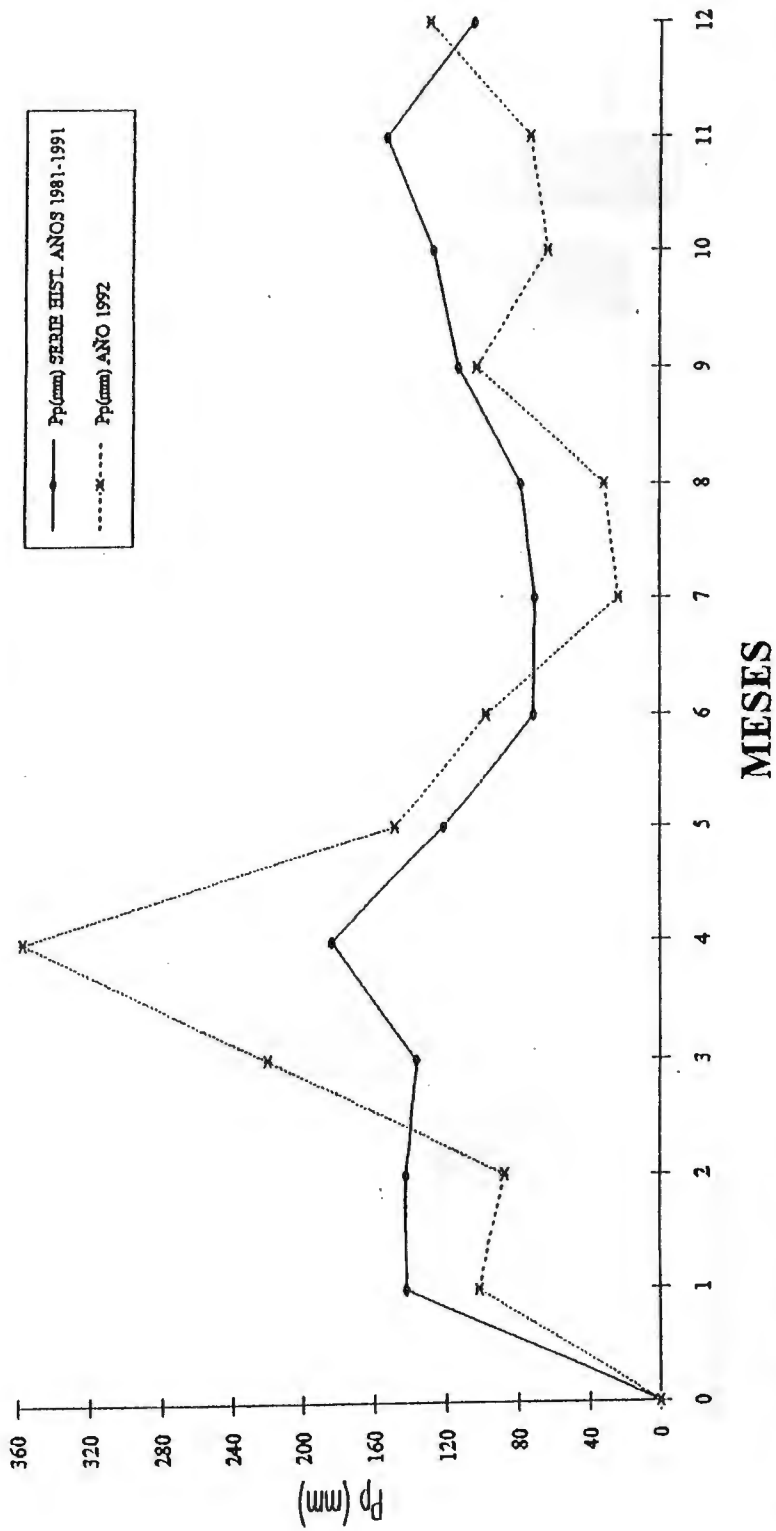
3.3. CONDICIONES CLIMATICAS

Los registros de temperatura analizados provienen de la Estación Experimental INIA Salto Grande. Además se usaron datos de pluviosidad registrados en el predio La Mandioca situado en el kilómetro 29 de la ruta 31, a doce kilómetros del sitio experimental. Los cuadros y gráficas presentados fueron elaborados en base a esos registros.

El cuadro 3 resume la información sobre las condiciones climáticas del año 1992 y los promedios de la serie histórica 1981-1991. El año 1992 se caracterizó por una precipitación acumulada bastante similar a la ocurrida durante la serie. Sin embargo, se observan diferencias en la distribución de las lluvias ocurridas. Los meses de otoño se presentaron muy lluviosos, mientras que los de invierno y primavera tuvieron precipitaciones inferiores al promedio de la serie histórica considerada (cuadro 3, gráfica 2).

Las lluvias fueron muy superiores al promedio en los meses

PRECIPITACIONES MENSUALES

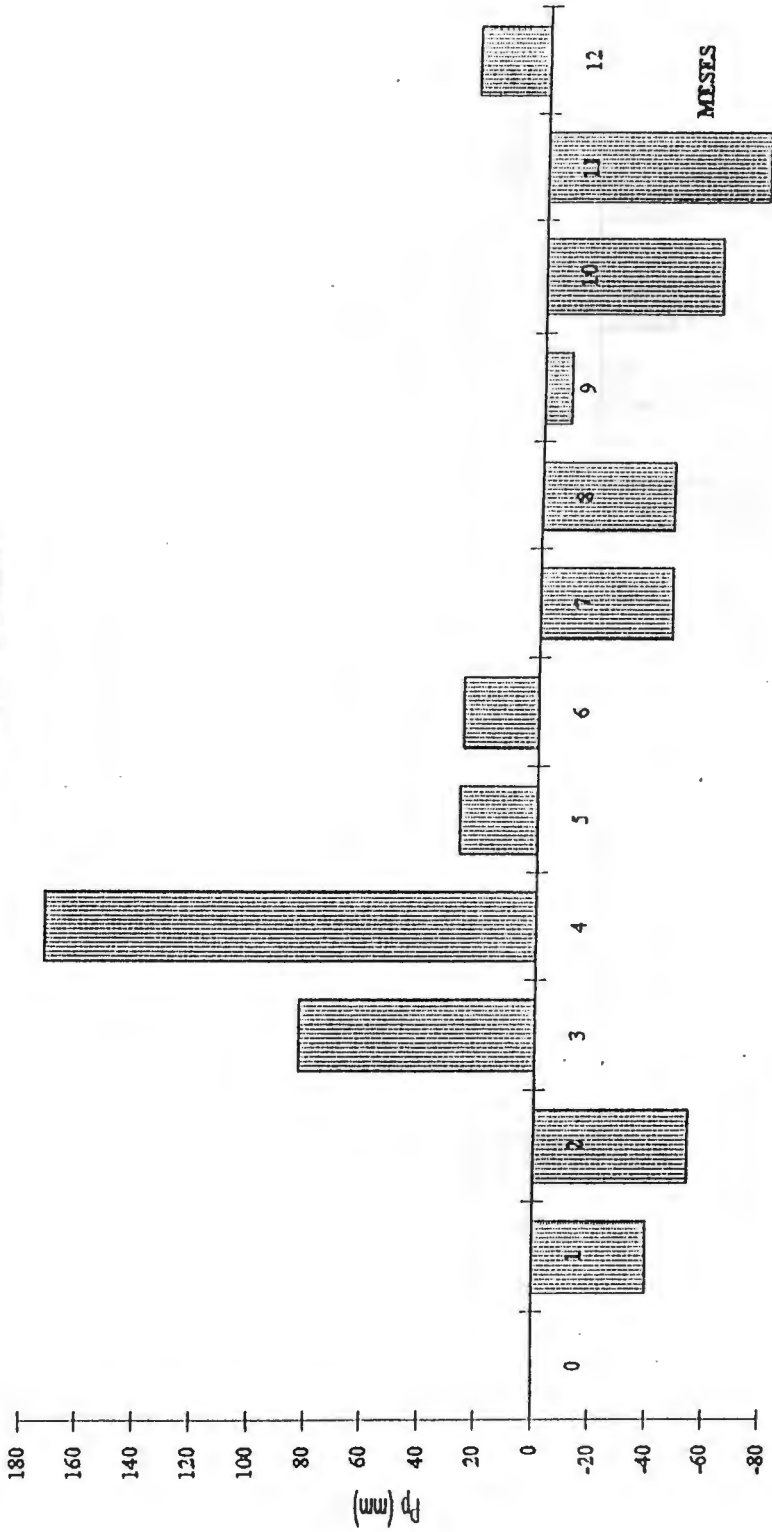


DATOS : Establecimiento "LA MANDIOCA"

Gráfico 1

PRECIPITACIONES 1992

DESVIACIONES DEL PROMEDIO

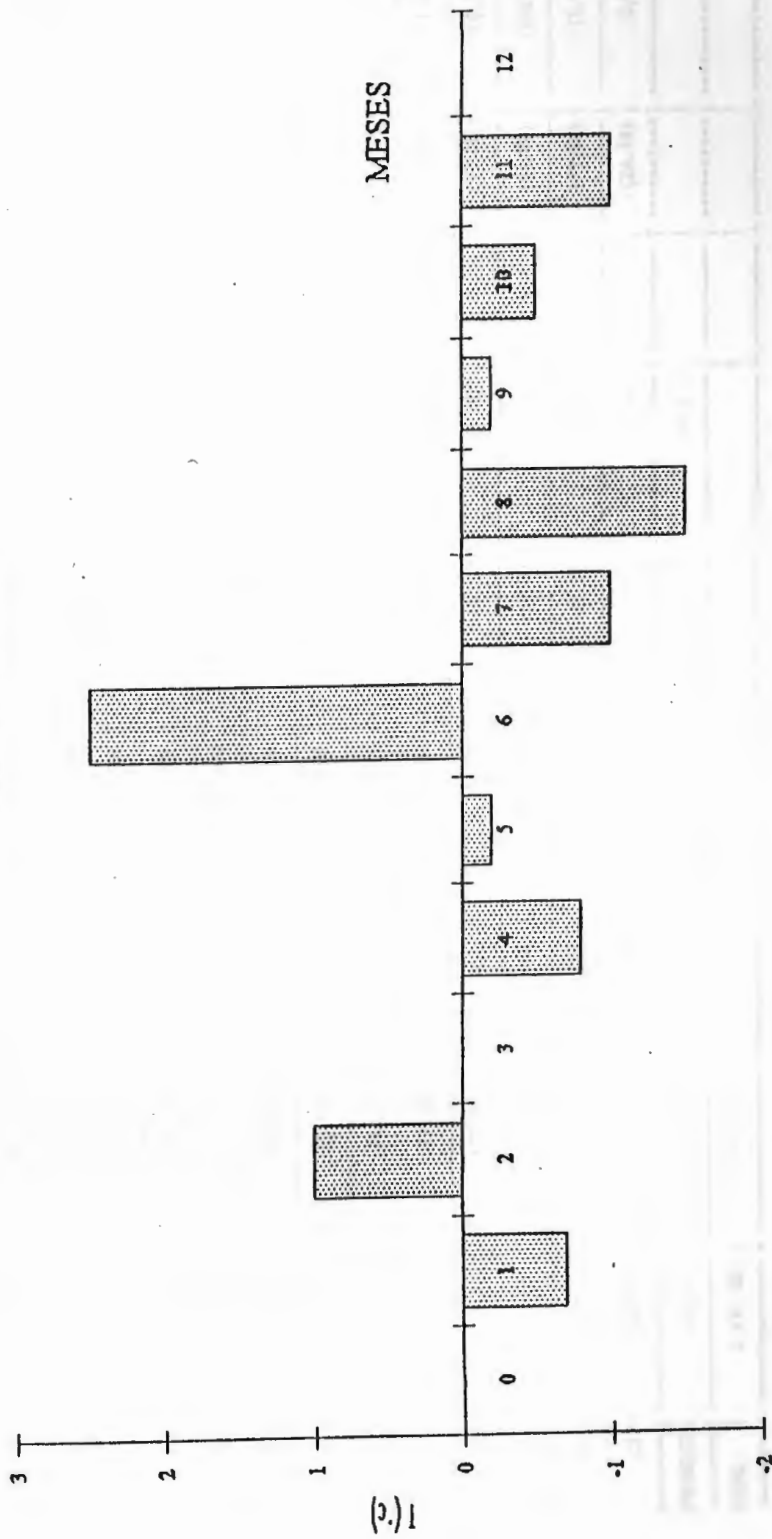


DATOS : Pp(mm) : ESTABLECIMIENTO "LA MANDIOCA"

Gráfico 2

TEMPERATURA °C

DESVIACIONES DEL PROMEDIO



DATOS : T °C : INIA - SALTO GRANDE

Gráfico 3

DATOS CLIMATICOS

MESES	PRECIPITACIONES MENSUALES		PRECIPITACIONES ACUMULADAS (mm)		TEMPERATURAS (°C)		N° HELADAS	DESVIACIONES DEL PROMEDIO LUVIA (mm)	TEMP. (°C)
	LLUVIA (mm) AÑO 1981-1991	LLUVIA (mm) AÑO 1992	AÑOS 1981 - 199	AÑO 1992	AÑOS 1981-1991 MEDIA	AÑO 1992			
1	142,30	102,00	142,30	102,00	25,00	24,30	-	(40,30)	(0,70)
2	142,70	88,00	285,00	190,00	23,60	24,60	-	(54,70)	1,00
3	137,00	220,00	422,00	410,00	22,70	22,70	-	83,00	0,00
4	184,00	357,00	606,00	767,00	18,80	18,00	-	17,30	(0,80)
5	121,60	149,00	727,60	916,00	15,10	14,90	4	27,40	(0,20)
6	71,80	98,00	799,40	1.014,00	12,70	15,20	10	26,20	2,50
7	70,80	24,00	870,20	1.038,00	10,40	9,40	10	(46,80)	(1,00)
8	78,80	32,00	949,20	1.070,00	14,40	12,90	11	(46,80)	(1,50)
9	113,00	103,00	1.062,00	1.173,00	15,20	15,00	1	(10,00)	(0,20)
10	127,00	64,00	1.189,00	1.237,00	18,50	18,00	4	(63,00)	(0,50)
11	153,40	74,00	1.342,40	1.311,00	20,90	19,90	1	(79,40)	(1,00)
12	105,40	130,00	1.447,80	1.441,00	23,90	23,90	-	(24,60)	0,00
PROMEDIO	120,65	120,08			18,43	18,23			
TOTAL	1.447,80	1.441,00							

CUADRO 3

de marzo y abril y principios de mayo, inclusive con abundantes precipitaciones en torno a la fecha de siembra, 14 de mayo.

Esto llevó a que, hasta junio las precipitaciones acumuladas fueran superiores al promedio en 215 milímetros. Sin embargo estas condiciones se revierten de allí en más, con un invierno y principio de primavera secos, lo que explica similares precipitaciones acumuladas a fin de año con la serie histórica, (Gráficas 1 y 2).

En lo referente a las temperaturas el año 1992 tuvo un comportamiento similar al promedio, destacándose el mes de junio con valores algo superiores y los meses siguientes con registros menores (cuadro 3, gráfica 3).

En base a lo analizado, se podría inferir que las condiciones climáticas para la germinación no habrían sido limitantes. Durante las restantes etapas del ensayo, las precipitaciones de fines de invierno y primavera menores a las esperadas y las temperaturas algo inferiores al promedio podrían haber afectado la sobrevivencia de las plántulas.

3.4. SEMILLAS

El cuadro 4 resume las características de las semillas usadas en el experimento así como la fuente y las densidades de siembra usadas de cada especie.

El criterio usado fue el de lograr un número similar y comparable de semillas viables por unidad de superficie (no necesariamente ajustado a condiciones comerciales por la cantidad diferente de semillas entre especies por unidad de peso). Esto permite independientemente de las características de las especies, poder comparar el número de plántulas por metro cuadrado, partiendo de la base de que el número potencial de semillas que podrían generar plantas era similar. La densidad fue definida tratando de que no fuera limitante desde el punto de vista comercial y estadístico, y se determinó en base al porcentaje de dureza, germinación, etc; osciló en torno a las 400 semillas viables por metro cuadrado.

CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES

ESPECIE	FAMILIA	CICLO	PESO 1000 PROPAG.	% PUREZA	SEMEN. kg/ha	SEM. VIABLE POR PARCELA	SEM. VIABLE POR mt2	grs./ PARCELA	FUENTE
Trifolium Repens "ZAPICAN"	LEGUMINOSA	P.I	0,8	90	80	4,4	5062	481,83	5,3 CALPROSE
Trifolium Repens "BAYUCUA"	LEGUMINOSA	P.I	0,8	90	80	4,4	5062	421,83	5,3 Establ. BAYUCUA
LOTUS TENUIS "LARRAÑAGA"	LEGUMINOSA	P.E	0,93	75	33	16	5109	425,75	19,2 Establ. Bottaro F. Muerta
LOTUS TENUIS "INTA"	LEGUMINOSA	P.E	0,85	90	91,5	4	4650	387,5	4,8 Vd. Experia. INTA
LOTUS CORNICULATUS "SAN GABRIEL"	LEGUMINOSA	P.E	1,13	90	85	6,58	4652	387,6	7,9 Comercial CALSAL
LOTUS CORNICULATUS "EST. GANADOR"	LEGUMINOSA	P.E	1,18	90	85	6	4667	388,9	7,2 CALPROSE
LOTUS SUBIFLORIS "RINCON"	LEGUMINOSA	A.I	0,54	90	60	4	4800	400	4,8 Comercial AGROSIAN
BROMUS LAEVEOLATUS	GRAMINEA	A.I	4,68	90	99	18,3	4188	349	22 RUTA 3. Km 354
BROMUS COMUTATUS	GRAMINEA	A.I	0,34	90	98,5	14	4460	371,6	16,8 Comercial Piratuba
BROMUS AULETICUS	GRAMINEA	P.I	4,13	80	74	26	4472	372,6	31,2 Ecotipo SAN ANTONIO
LOLIUM MULTIFLOR "Est. MATADOR"	GRAMINEA	A.I	2,36	95	70	14	4730	394,1	16,8 Comercial CALSAL
LOLIUM MULTIFLOR "LE 284"	GRAMINEA	A.I	2,12	90	90	10	4585	382	12 Comercial CALSAL
HOUCCS LAMATUS "LA MAGHOLIA"	GRAMINEA	P.I	0,3	90	50	2,5	4500	375	3 FACUAREMO

CUMERO 4

3.5. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES SEMBRADAS

3.5.1. Leguminosas

Las leguminosas sembradas en el ensayo fueron Lotus corniculatus de las variedades San Gabriel y Ganador, Lotus tenuis Inta y Larrañaga, Lotus subiflorus El Rincón, Trifolium repens de los cultivares Bayucúa y Zapicán. A continuación se destacarán algunas características de las especies utilizadas.

LOTUS CORNICULATUS: Es una especie perenne de ciclo estival, de alta persistencia productiva. Sus tallos son finos, con muchas hojas pentofoliadas y presentan un sistema radicular vigoroso, compuesto por una raíz pivotante y muchas ramificaciones laterales, lo que le confiere una particular resistencia a la sequía.

Presenta bajos requerimientos de nutrientes, siendo notable su persistencia en condiciones de niveles bajos de fósforo y potasio, aunque tiene respuesta al agregado de los mismos y al encalado (Charlton, 1973; Jaso y Olaondo, 1986; cit.por Bologna y Hill, 1993).

Tiene un alto potencial de producción primavera-estivo-otoñal, con buena producción de forraje a partir de fines de invierno, se lo considera de productividad media, tipo productivo fino y de alta apetecibilidad, presentando un buen valor nutritivo, con 19 a 24 % de proteína cruda, no causa meteorismo, siendo muy importante su efecto como mejorador de la pastura natural (Risso et al., 1990; cit.por Bologna y Hill, 1993).

Esta especie posee una muy buena semillazón, se resiembr con facilidad y presenta altos porcentajes de semillas duras, que pueden superar el 50% de los lotes, otorgándole ventajas adaptativas al promover germinaciones escalonadas (Li y Hill, 1989; cit.por Bologna y Hill, 1993).

Admite pastoreos relativamente frecuentes pero poco intensos, ya que no alcanza a acumular niveles altos de reserva, creciendo ininterrumpidamente a partir del área foliar remanente.

En Uruguay existen dos variedades, una surgida en Brasil, variedad San Gabriel, y otra seleccionada para nuestras

condiciones de colecciones de FAO, variedad Ganador. Esta última es de establecimiento muy precoz, presenta buen vigor inicial, posee mayor rendimiento estival y anual siendo más persistente que la variedad San Gabriel (Pritch, 1987a; Garcia et al., 1991; cit. por Bologna y Hill, 1993).

LOTUS TENUIS: Es una leguminosa perenne, de ciclo primavera-vero-estivo -otoñal, nativa de Europa, que se ha naturalizado.

Posee un hábito de crecimiento postrado que la hace sumamente resistente al pastoreo y un sistema radicular superficial, por lo que es una especie sensible a las deficiencias hídricas.

Su calidad nutritiva es excelente a lo largo de todo su ciclo productivo, con una digestibilidad promedio de la materia seca del orden del 75%. El contenido de proteína cruda no varía significativamente con el estado fenológico, alcanzando valores de hasta un 28% en base seca.

Presenta buena capacidad fijadora de nitrógeno y un alto potencial de producción de semillas, las que son pequeñas y con elevados porcentajes de dureza (hasta un 90%).

En nuestro país, Risso, (1990) cit. por Bologna y Hill (1993); encontró que Lotus tenuis presentó una buena implantación en siembras de cobertura, habiendo sido importante la germinación registrada en el segundo año a partir de las semillas duras remanentes de las siembras.

LOTUS SUBIFLORUS: Es una especie anual, invernada, de hábito semipostrado, cuyo período vegetativo abarca desde abril a fines de diciembre. Nace con las primeras lluvias de otoño sembrando a fines de diciembre, aunque algunas plantas logran pasar el verano en estado vegetativo, comportándose, si las condiciones climáticas son adecuadas, como bianuales.

Realiza el mayor aporte de forraje desde mediados de octubre con importante concentración en primavera (Langer, 1981 cit. por Bologna y Hill, 1993).

Su origen es presumiblemente mediterráneo, habiendo sido encontrado como un "manchón" en un campo natural de la estancia El Rincón en el departamento de Florida.

Tiene un sistema radicular ramificado, no muy profundo, pero abundante. Tolera bajos niveles de fósforo, aunque responde a la fertilización fosfatada alargando el período vegetativo, aumentando su aporte y mejorando la distribución estacional del mismo.

Semilla abundantemente y sus semillas son de tamaño reducido con altos porcentajes de dureza (hasta un 50%) lo que le permite una adecuada resiembra.

La calidad de esta especie es similar a la del *Lotus corniculatus*, presentando altos valores de digestibilidad en primavera con un contenido de proteína cruda que puede alcanzar el 19% en otoño (Risso, 1990 cit. por Bologna y Hill, 1993).

TRIFOLIUM REPENS: Es una leguminosa perenne, con ciclo productivo invernal, posee hábito de crecimiento rastrero y se extiende por estolones que producen raíces adventicias en cada nudo. Es altamente susceptible a la sequía y a las altas temperaturas del verano. Su hábito rastrero le confiere tolerancia a pastoreos intensos y frecuentes.

A diferencia de las restantes leguminosas analizadas en este experimento esta especie presenta altos requerimientos de fósforo, y responde a niveles crecientes de este nutriente.

La calidad del forraje producido es excelente, manteniendo su valor nutritivo y su apetecibilidad a lo largo del ciclo de vida (Carámbula, 1977).

Posee un muy alto potencial de producción de semillas, con una muy buena resiembra natural y un porcentaje relativamente alto de semillas duras (hasta un 50%), (Burdon, 1983, cit. por Bologna y Hill, 1993).

La variedad Zapicán posee una gran capacidad para producir estolones, siendo menos resistente a la sequía y a las altas temperaturas que el cultivar Bayucúa, por lo que se recomienda especialmente para los mejoramientos de bajos. Presenta, además, abundante producción de semillas, y normalmente no crece durante el verano, siendo su persistencia relativamente baja.

El trébol blanco presenta un muy lento crecimiento inicial, a lo que se le suma sus elevados requerimientos de nutrientes y extrema sensibilidad al sombreado y a la falta de agua. Esto hace que su uso se restrinja a condiciones muy particulares de implantación y mostraría mayor adaptación a siembras sobre tapices poco densos o en los

que se redujo drásticamente la cobertura por algún tratamiento previo (Cullen, 1966; Barker y Zhang, 1988; Barker et al., 1988, cit. por Bologna y Hill, 1993).

3.5.2. Gramíneas

LOLIUM MULTIFLORUM: Es una gramínea anual, de porte erecto, muy macolladora, con buena resistencia al pastoreo (Carámbula, 1977).

Sus plántulas son muy vigorosas y toleran la competencia en las fases iniciales del crecimiento, llegando a ser un fuerte competidor al estado adulto. Posee un sistema radicular relativamente superficial pero extremadamente denso con rápido desarrollo inicial, presentando tolerancia al stress hídrico en los primeros estadios de desarrollo, germinando a potenciales hídricos considerados limitantes para otras especies (Mc.Kell, 1969). Su potencial de producción de semillas es muy alto, floreciendo a partir de octubre.

En el país existen dos variedades disponibles a nivel comercial, una diploide (L.E.284) y otra tetraploide (Raigrás Estanzuela Matador).

El raigrás L.E.284 es muy macollador y agresivo, adaptándose a muchos tipos de suelos. Posee buena capacidad de implantación aunque su vigor inicial es relativamente bajo, siendo muy sensible a los déficit hídricos (Jacobo et al, 1992; cit. por Bologna y Hill, 1992).

La variedad tetraploide es menos macolladora, pero sus macollos son más gruesos, tiene hojas más anchas y mayor peso de semilla que el raigrás L.E.284.

Posee buen vigor inicial, se instala rápidamente, aunque también se ha mostrado muy poco tolerante a la falta de agua (García et al, 1991, cit. por Bologna y Hill, 1993).

BROMUS AULETICUS: Es una gramínea perenne, cespitosa, invernal, nativa, de productividad media, tipo productivo fino y apetecibilidad prolongada (Rosengurtt, 1979). Posee una alta resistencia al sobre pastoreo debido a la ubicación de sus puntos de crecimiento (Millot, 1988, Millot, 1989, cit. por Bologna y Hill, 1993).

Produce abundante semilla, habiéndose detectado en éstas dormición innata, que le confiere la capacidad de dise

minarse cuando se le deja semillar.

Su vigor inicial es bajo, aunque emite hojas medianamente largas que le permiten resistir la competencia del tapiz nativo una vez que el aparato foliar de las plántulas accede a cantidades suficientes de luz (Baycé et al, 1984, cit. por Bologna y Hill, 1993).

BROMUS CONMUTATUS: Es una gramínea anual, invernal, de ciclo corto, subespontánea, de origen europeo. Se encuentra en forma poco frecuente en las lomadas del sureste del país, pudiendo aparecer además en los suelos profundos del Basamento Cristalino (Rosengurtt, 1979). Reacciona favorablemente a cambios en el manejo y a incrementos de la fertilidad del suelo, haciendo aportes significativos de forraje invernal (Millot y Díaz, 1985, Millot, 1987, cit. por Bologna y Hill, 1993).

BROMUS LANCEOLATUS: Es una gramínea anual, invernal, con ciclo de crecimiento breve, originaria de la región mediterránea (Rosengurtt, 1979).

Responde a cambios en el manejo que incluyan períodos de descanso, aunque puede tolerar el pastoreo continuo a cargas moderadas, persistiendo por su elevada producción de semillas (Millot, 1993, coms. pers.).

HOLCUS LANATUS: Esta especie en nuestro país se comporta como bi-anual. Es una gramínea cespitosa con abundante sistema radicular poco profundo y porte semi-postrado (Plan Agropecuario 1991).

Es originaria de Europa y se adapta bien a condiciones de suelos pobres de baja fertilidad (Allegrí y Formoso, 1978).

Es extremadamente susceptible a la falta de agua, mostrando su mejor comportamiento en suelos húmedos debido a la superficialidad de sus raíces.

Alcanza valores de digestibilidad de hasta un 75%, aunque la pilocidad de sus hojas reduce la apetecibilidad para el ganado, afectando su valor nutritivo (Carámbula, 1977).

La semilla es muy pequeña, determinando que su crecimiento inicial sea lento si la germinación se produce a la sombra. La semilla pierde gran parte de su peso en ese proceso, originando plántulas débiles que mueren en un corto plazo (Watt, 1978, cit. por Bologna y Hill, 1993). Por eso, la introducción de ésta especie en comunidades nativas requiere de tratamientos previos del tapiz que impliquen una severa remoción del mismo, reduciendo la

competencia y aumentando la incidencia de áreas de suelo desnudo (Charles, 1962, Baycé, 1984, Olmos, 1985, Carambulla, 1991, cit. por Bologna y Hill, 1993).

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se diseñó en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones con parcelas subdivididas dispuestas al azar.

Los dos bloques se diferenciaron en el pretratamiento del tapiz, efectuándose en uno el corte y en el otro la quema de la vegetación existente.

Cada bloque se dividió en 14 parcelas (13 para las especies estudiadas y una para el testigo) de seis metros de largo por dos de ancho, con tres repeticiones. Por sorteo se asignó a cada especie y al testigo un lugar en cada repetición y en cada bloque.

3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

La tarea de campo comenzó el 21 de abril de 1992 con la caracterización de la vegetación existente en el área experimental. Las mediciones efectuadas fueron de disponibilidad del forraje, composición botánica y cobertura vegetal.

Luego se efectuaron los dos tratamientos del tapiz a comparar en el ensayo, quema y corte.

3.7.1. Características de la quema

A principios de mayo se realizaron contrafuegos mediante la pasada de excéntrica, enterrando el combustible en todo el perímetro del área del experimento a quemar.

La quema se efectuó el seis de mayo de 1992, aproximadamente a las 16.00 horas. Si bien fue un día soleado que permitió el secado del combustible el suelo estaba húmedo por las altas precipitaciones ocurridas a fines de abril y principios de mayo, característica deseable para una mayor protección del suelo.

La quema se inició con quemadores caseros confeccionados con cubiertas viejas que se mantienen encendidas lo suficiente como para lograr un frente uniforme de quema.

El día se presentó con vientos moderados y algo fuertes, con dirección Norte - Sur, realizándose la quema a favor del viento.

A pesar de la alta humedad del suelo, la abundante cantidad de combustible y su calidad, conjuntamente con el viento, permitieron una quema rápida y aceptablemente uniforme.

3.7.2. Características del corte

El tratamiento de corte se efectuó para comparar el tratamiento de quema con un ambiente diferente. La técnica utilizada no es comercial debido a su alto costo y difícil implementación, si bien podría compararse con algunas relativizaciones a un pastoreo muy intenso con altas cargas.

El corte se realizó el 14 de mayo pasándose primero una cortadora rotativa; debido a la gran acumulación del material cortado por la rotativa éste se retiró con un rastrillo hilerador y posteriormente se pasó una pastera con altura regulada a 7,5 cm. aproximadamente. La disponibilidad posterior al corte fue de 844kg. de M.S./Ha.

3.7.3. Inoculación

Un día antes de la siembra se inocularon las semillas de

leguminosas con las cepas específicas de Rhizobium, excepto Lotus Tenuis, que se inoculó con la cepa de Corniculatus.

3.7.4. Siembra

Las siembras fueron efectuadas a mano y al voleo en ambos tratamientos, el día 14 de mayo. Hasta ese día se encontraban vacunos pastoreando el potrero, luego éste permaneció cerrado hasta la finalización del ensayo.

3.8. METODOLOGIA

La disponibilidad se determinó por el Método de Rendimientos Comparativos, para estimar el rendimiento de materia seca de la pastura desarrollado por Haydock y Shaw (Experimental Agricultural and Animal Husbandry, 1975). Este método califica por estimación visual rendimientos relativos de cuadrados colocados al azar con respecto a un grupo de cuadrados de referencia preseleccionados que proveen una escala. Suficientes cuadrados son cosechados para calibrar una escala en kgs. de materia seca. La escala es de cinco o diez puntos y es posible asignar fracciones a los puntos según la uniformidad de la vegetación. Es conveniente dejar cuadrados de cada valor del ranking sin cosechar para permitir la comparación de las muestras.

Este método permite un número alto de muestras en forma rápida y sin ser destructivo. En cada muestra se estimó también visualmente el área en porcentajes de material verde, restos secos y suelo desnudo y se registraron todas las especies presentes.

Estas mediciones se realizaron en el ensayo con el objetivo de conocer : -Situación de la pastura antes de los tratamientos presiembra

-Cantidad y calidad del combustible para el tratamiento con quema.

-Evolución de la disponibilidad y la composición botánica en el período experimental bajo ambos tratamientos del tapiz.

Fueron hechos dos muestreos: uno previo a los tratamientos y el otro al final del período de evaluación (el 21 de abril y el 23 de setiembre de 1992 respectivamente).

Antes de la siembra se marcó el ensayo con estacas fijas en cada ángulo de las parcelas. Se utilizó un sistema de muestreo de puntos fijos. El muestreo para determinar el número de plantas fue sistemático y fijo de ocho cuadros de 0,25 X 0,10 metros, en cada parcela.

La forma de ubicar los cuadrados en cada conteo en el mismo sitio, es en base a dos cuerdas colocadas sobre las diagonales de cada parcela. Estas cuerdas se marcan donde se ubica un ángulo de los cuadrados siempre en la misma dirección y al mismo lado de la cuerda. Los ocho cuadros representan el 1,6 % del área total a evaluar.

De cada parcela se registró en planillas especialmente confeccionadas, la cobertura del suelo y el número de plántulas de cada especie según su estado de desarrollo (cot/coleop., 1 hoja , 2 o más hojas) y el sitio de implantación (material verde, suelo desnudo o resto seco).

Las fechas de los conteos fueron las siguientes:

- Conteo 1 : 16 y 17 de junio
- Conteo 2 : 15 y 16 de julio
- Conteo 3 : 16 y 17 de agosto
- Conteo 4 : 18 y 19 de setiembre.

3.8.1. Estudio de la precocidad en el desarrollo inicial

El objetivo de este estudio es determinar el desarrollo relativo de las poblaciones en las distintas fechas de conteo, esto permite comparar la velocidad de desarrollo inicial entre las distintas especies y además ver como son afectadas en su desarrollo por los distintos tratamientos .

Esta evaluación se basa en la ponderación de los distintos estados fenológicos (cotiledón /coleoptile, una hoja , dos o más hojas) registrados para cada población en relación

al total de plántulas observadas. Esto permite comparar el desarrollo relativo de las poblaciones con respecto a las demás alternativas y esa misma población en otras situaciones. Para estimar la velocidad de crecimiento se utilizaron índices obtenidos asignando valores de 1, 2 y 3 a las proporciones de los diferentes estados fenológicos. El valor resultante de la ponderación se refiere al porcentaje total de plántulas nacidas obteniéndose coeficientes que oscilan entre 1 y 3. Cuanto mayor sea el valor obtenido se considera que la población tiene una alta proporción de individuos en estado de desarrollo más avanzado.

Para el primer y segundo conteo (30 y 60 días) se ordenaron las diferentes poblaciones de acuerdo a su precocidad promedio, conformando un ranking de velocidad inicial de desarrollo. Para los siguientes conteos 90 y 120 días el ranking no se realizó ya que no existían diferencias entre las especies en su desarrollo.

3.9. ANALISIS ESTADISTICO

Para efectuar el estudio estadístico del experimento, se utilizó el Análisis de Varianza, el cual permite encontrar las diferencias significativas entre los tratamientos del tapiz y también entre especies y cultivares. Las medias de los tratamientos individuales (especies y cultivares) se contrastaron por la dócima de Duncan.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL TAPIZ NATIVO.

4.1.1. Disponibilidad y Composición Botánica.

La disponibilidad y la composición botánica se evaluaron antes de cada tratamiento del tapiz, el 22 de abril, y finalizado el ensayo, el 24 de setiembre. Las principales especies del tapiz así como sus características se describen en materiales y métodos, aquí se analizará la evolución de los siguientes grupos de especies: Gramíneas estivales, gramíneas invernales, malezas de campo sucio, malezas menores, malezas enanas, leguminosas y graminoideas.

Como se aprecia en el cuadro cinco partimos de un tapiz con alta disponibilidad de materia seca (5834 Kg/Há) con acumulación de restos secos, 32 %, donde se destaca un predominio de gramíneas estivales y un porcentaje importante de malezas, sobre todo de campo sucio.

Ambos tratamientos aplicados buscaban la remoción de material vegetal para dar espacio a las especies sembradas.

El tratamiento de quema fue más riguroso y presenta a los cinco meses una disponibilidad sensiblemente menor a la acumulada luego del corte de la vegetación (1293 vs 1734 KgMS/Há).

En la bibliografía consultada son muchos los casos en que la quema de pasturas resulta en una mejora en la producción de ésta; pero siempre esto se reporta en el mediano y largo plazo, luego de una disminución de la disponibilidad en el corto plazo.

En éste caso con solo 5 meses transcurridos y el invierno de por medio, es de esperar la baja disponibilidad del tapiz previamente quemado.

Las reducciones en el crecimiento o producción de forraje luego de la quema se asocian a aquellos años con precipitaciones deficientes, ya que en áreas quemadas el suelo

tiende a secarse más rápidamente (Daubenmire 1968, Anderson 1965, Wright 1969).

La menor cantidad de materia seca por hectárea al final del ensayo de la pastura quemada, no representa necesariamente un menor crecimiento de ésta, porque desconocemos la disponibilidad inmediata al tratamiento y además como veremos más adelante varía la composición de esos kilogramos de materia seca disponibles por hectárea.

El tratamiento de corte presenta 441 KgMS/Há más que quema en setiembre, pero las fracciones restos secos y gramíneas estivales explican más de 300 Kg de esa diferencia. Las gramíneas estivales prácticamente secas al momento de la quema (mayo) y los restos secos fueron las fracciones más disminuidas por el fuego.

Por las fechas del ensayo y los muestreos es natural el descenso de las gramíneas estivales y el aumento de las invernales. La quema hace mayor el descenso de las estivales que el de las invernales que también disminuyeron en relación al corte de la pastura.

La literatura consultada reporta efectos muy variados de el fuego sobre la composición botánica, sin embargo la mayoría de los autores resaltan un aumento de las especies anuales y sobre todo malezas, en la estación inmediata a la quema. Las causas serían una rápida germinación estimulada por el fuego y una mayor capacidad de éstas en aprovechar los espacios y la mayor fertilidad luego de la quema.

Los datos del cuadro cinco concuerdan con lo expuesto: hay un claro aumento del total de malezas 35,6% frente al 27,8% en el tratamiento cortado y también un aumento de las gramínoideas 8,8 vs 3,9%.

Hay autores que reportan un aumento de leguminosas luego de la quema, si bien en porcentaje no existieron cambios importantes para este grupo, la quema dió un mayor descenso de éstas que el corte. Cuadro cinco gráfica cuatro.

El cuadro seis resume el efecto del fuego sobre cada grupo de la vegetación, tomando el tratamiento corte como lo

DISPONIBILIDAD Y COMPOSICION BOTANICA SEGUN FECHA Y TRATAMIENTO					
		MUESTREO 24/09/92			
PREVIO A TRATAMIENTOS					
GRUPO	KG MS/HA	%	TRATAMIENTO CORTE KGMS/HA	%	TRATAMIENTO QUEMA KGMS/HA
RESTOS SECOS	1888	32	326	18,8	227
GRAMINEAS ESTIVALES	2195	37	387	22,3	174,1
GRAMINEAS INVERNALES	550	9	353	20,3	238
MALEZAS CAMPO SUCIO	425	7	140	8,3	206
MALEZAS MENORES	52	1	192	11,1	91
MALEZAS ENANAS	112	2	144	8,3	163
LEGUMINOSAS	591	10	122	7	80,1
GRAMINOIDES	121	2	68	3,9	114,1
TOTALES	5934	100	1734	100	1293
CUADRO 5					

EFECTO DE LA QUEMA SOBRE LOS DIFERENTES GRUPOS BOTANICOS EN RELACION AL CORTE DE LA PASTURA		
GRUPOS	QUEMA-CORTE/CORTE	%
RESTORE SECOS	-6,60	
GRAMINEAS ESTIVALES	-39,00	
GRAMINEAS INVERNALES	-9,30	
MALEZAS CAMPO SUCIO	+92,70	
MALEZAS MENORES	-36,90	
MALEZAS ENANAS	+51,80	
LEGUMINOSAS	-11,40	
GRAMINOIDES	+125,00	
CUADRO 6		

esperado que ocurriese con el tapiz. Los datos surgen de la ecuación: Quema-Corte /Corte , y aquellos precedidos del signo + son las favorecidas por la quema.

Se resalta el efecto positivo de la quema sobre grupos no deseados como malezas de campo sucio, enanas y graminoides. En base a esto, Pechanec, Stewart y Blaisdell, (1948); sugieren entre las características de un campo a quemar, se de la existencia de más del 20% de especies deseadas resistentes al fuego, o de lo contrario sembrarlas, para que las malezas no prosperen. En relación a lo anterior, Berretta, 1992; enfatiza la importancia de la quema controlada con objetivos específicos.

Su uso requiere un conocimiento de los procesos que se producirán luego del fuego, es decir que debe conocerse el comportamiento de los principales especies que componen el tapiz. Plantas de raíces pivotantes, profundas como *Eupatorium bonifolium*, con tubérculo como *Eryngium horridum* o con raíces gemíferas como *Baccharis coridifolia*, particularmente éstas dos últimas, generalmente son favorecidas por la quema, ya que el fuego elimina la competencia que le hacen los pastos acumulados a su alrededor. Además aumenta el suelo desnudo que muchas veces es colonizado por estas plantas, sea por rebrote o semillas no afectadas por las altas temperaturas.

La presencia de estas malezas en el tapiz en estudio, así como otras, era importante antes de la quema y su rebrote está favorecido por el

fuego que aumentó su presencia en la pastura.

Este aumento de especie no deseadas y de las anuales, si bien es negativo para la pastura, es también un indicador de la existencia de sitios a colonizar; esos serían los que deben aprovecharse con las especies introducidas post-quema.

Desde el punto de vista de la composición botánica el efecto de la quema en la pastura es negativo en el corto plazo; también se debe analizar el efecto de ésta sobre la estructura del tapiz.

4.1.2. Estructura del tapiz

En el diseño del experimento junto a las parcelas sembradas, se sortearon parcelas testigos, libres de semillas de las especies evaluadas; para cada tratamiento del tapiz. El objetivo de esto es evaluar la evolución de la estructura del tapiz durante el período experimental sin la influencia de las especies sembradas en evaluación.

Los promedios de los componentes, material verde, restos secos y suelo desnudo para cada conteo se pueden apreciar en los cuadros siete y ocho, y su evolución en el tiempo aparece en las gráficas cinco y seis, para el tratamiento corte y quema respectivamente.

El primer objetivo del análisis de estos datos es valorar el efecto de la quema otoñal sobre el rebrote del tapiz nativo, y el segundo conocer la estructura de la superficie de siembra y sus cambios durante el establecimiento de las especies y cultivares sembrados.

La evolución de los componentes del tapiz reflejaría los cambios en el número de sitios seguros de implantación y a la vez en la competencia ejercida por la vegetación residente.

Las parcelas testigo del bloque no quemado, muestran la tendencia natural de cada fracción en los 120 días de evaluación. A los 30 días luego de ser cortadas tenían un área de suelo desnudo relativamente baja, 14,2%, y una alta proporción de mantillo, 54% de restos secos (Cuadro siete).

Es notoria una estabilidad de las fracciones hasta los 90 días. Los cambios importantes ocurren entre los 90 y 120 días, es decir entre mediados de agosto y mediados de setiembre, con un aumento claro del material verde a expensas de un descenso de los restos secos, (Gráfica cinco). Esto sugiere que recién al último mes del ensayo, fin del invierno, existiría una competencia mayor del tapiz nativo con las plántulas de las especies y cultivares sembrados.

La quema varió la estructura del tapiz; a los 30 días un

34,2% del área fue de suelo desnudo contra el 14,2% del bloque sin quema (Cuadro ocho). Las otras dos fracciones bajaron sus porcentajes con la quema, manteniéndose un 42,5% del área ocupada por restos secos, fracción que generalmente es muy reducida por la quema. Ese porcentaje podría deberse a que la quema fue de intensidad moderada a baja. Además de esto podría haber existido un pasaje de material verde a componer el mantillo en este primer mes (Mayo-Junio), que inclusive se mantiene hasta los 60 días ya que los restos secos aumentan hasta esa fecha; seguramente debido a las heladas invernales que "secarían" las especies estivales, verdes cuando la quema.

A partir de mediados de julio (60 días), se nota un claro aumento de la fracción verde, con un descenso de similar magnitud en las dos restantes. Este recubrimiento continuará hasta los 120 días, siendo mayor a partir de mediados de agosto (90 días). Desde este momento en adelante la mayor reducción se da en el componente suelo desnudo, llegando al 12,7% al final del ensayo, valor menor al de las parcelas no quemadas a igual fecha.

Al comparar ambos tratamientos del tapiz, parecería que la quema adelanta el rebrote de la pastura en relación al corte de ésta, efecto respaldado por abundante bibliografía. La precocidad del rebrote estaría relacionada con el calentamiento del suelo, la remoción del mantillo y el incremento de nutrientes, especialmente nitrógeno (Daubemire, 1968).

La remoción del mantillo mejoraría la luz incidente para la emergencia de los brotes (Krapp, 1984; cit. por Svejcar y Browning, 1988).

Grelen H, y Epps E., (1967); reportan en su trabajo sobre "Los factores por los que la quema estimula la producción de las pasturas", que lo principal es la remoción de la cama de residuos por el fuego, siendo esto más importante aún que el aporte de nutrientes.

En este ensayo, la quema haría una reducción de la fracción de restos secos con respecto a las parcelas cortadas, 42.5% y 54% respectivamente, a los 30 días luego de los tratamientos. Junto a esto ocurre un cambio importante en el área de suelo desnudo, siendo a los 30 días post-quema el 34,2% frente a un 14,2% del bloque cortado.

La quema, al retirar la vegetación del suelo, deja expuesta una superficie ennegrecida que recibe directamente los

ESTRUCTURA DEL TAPIZ

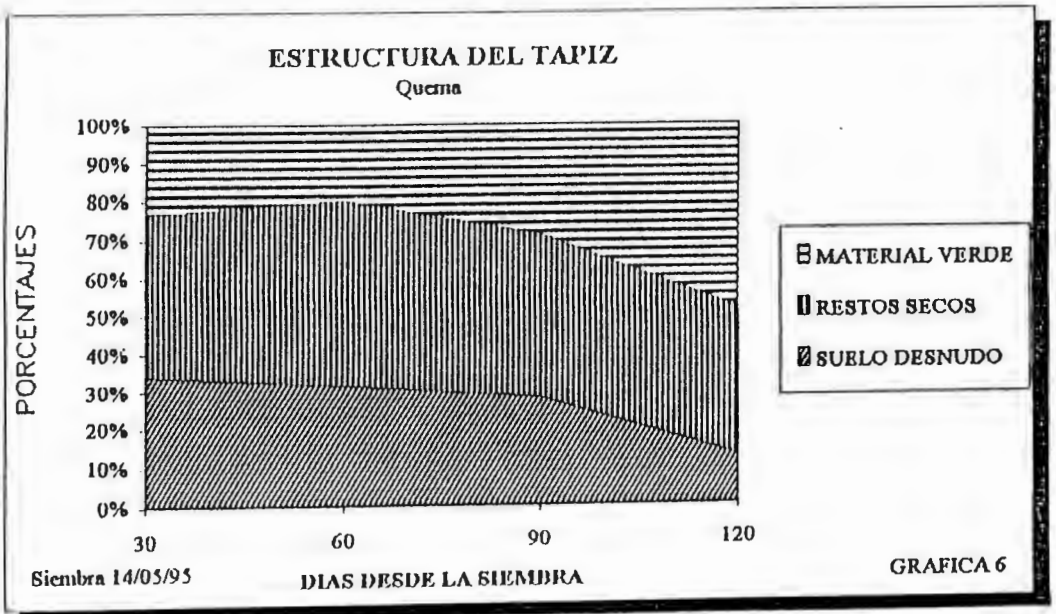
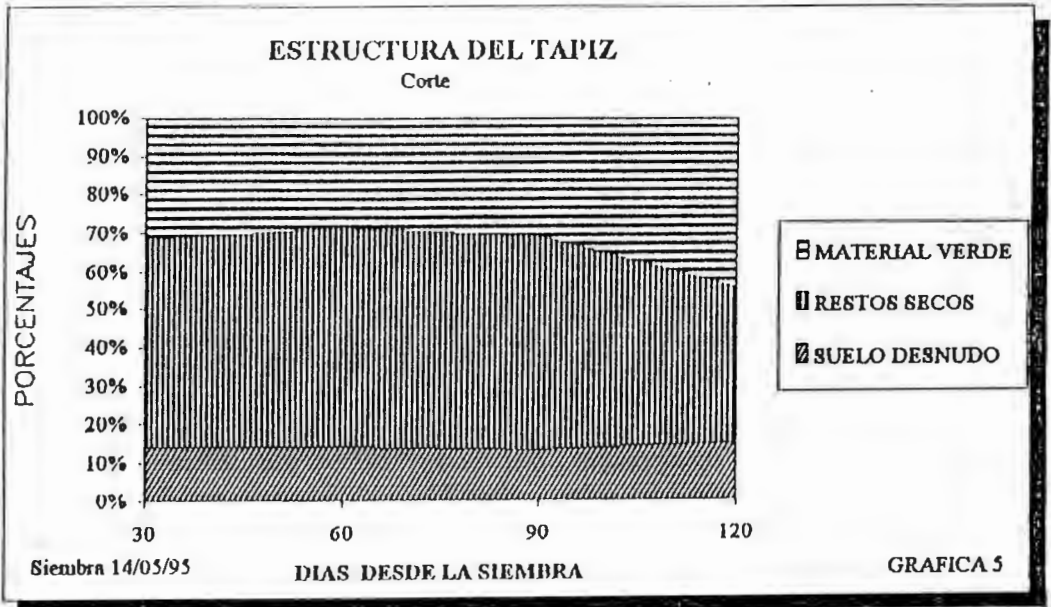
S/QUEMA			
	PROMEDIOS (%)		
CONTEOS	MV	RS	SD
16 y 17 de Junio	31,8	54,0	14,2
15 y 16 de Julio	28,7	57,1	14,2
16 y 17 de Agosto	31,3	55,4	13,3
18 y 19 de Setiembre	44,8	40,0	15,2

CUADRO 7

ESTRUCTURA DEL TAPIZ

QUEMA			
	PROMEDIOS (%)		
CONTEOS	MV	RS	SD
16 y 17 de Junio	23,3	42,5	34,2
15 y 16 de Julio	20,0	48,5	31,5
16 y 17 de Agosto	28,7	43,2	28,1
18 y 19 de Setiembre	48,5	38,8	12,7

CUADRO 8



rayos solares, dando al suelo mayores fluctuaciones en sus valores de temperatura y humedad, con incrementos en la temperatura y más déficits hídricos (Hobbs y Gimingham, 1987).

Por lo visto, la estructura del tapiz es alterada por la quema, dando inicialmente más espacio de área desnuda a colonizar por las especies a introducir y un menor porcentaje de tapiz verde en crecimiento. Pero también estas condiciones serían aprovechadas por las pasturas naturales adelantando su rebrote y por lo tanto la competencia por los factores de crecimiento.

Esta precocidad del rebrote lleva a que las parcelas testigo quemadas presenten a fines de setiembre (120 días), mayor porcentaje del área con material verde y menos de suelo desnudo que las parcelas testigo sin quemar. Al haber partido, en mayo, de condiciones inversas, podría afirmarse que existió una mayor competencia en las parcelas quemadas entre el tapiz natural y las especies sembradas.

4.2. IMPLANTACION

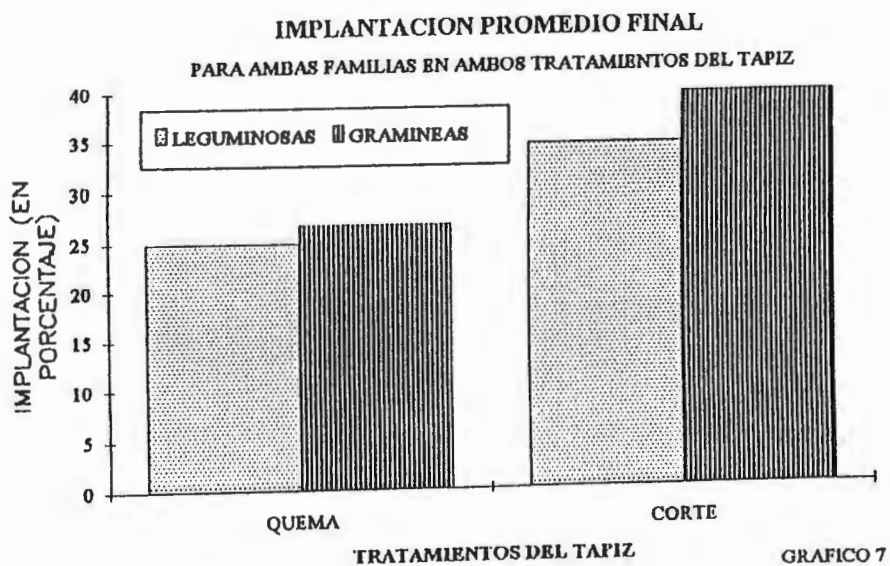
El porcentaje de implantación se estimó como la relación entre el número total de plántulas y el número de semillas viables sembradas por superficie, a los 120 días posteriores a la siembra. Este período transcurrido aparece razonable como indicador de las plantas establecidas que sobrevivieron. Además como se aprecia en el análisis de velocidad de desarrollo, todas las especies a los 120 días presentaban sus plantas con un estado de desarrollo de 2 hojas o más.

Se considera que estas plántulas, con dos hojas o más, son completamente autótrofas, habiendo alcanzado un desarrollo de su sistema radicular y de su aparato foliar, que le permite una adecuada capacidad para obtener nutrientes y agua, pudiendo competir por luz con el tapiz natural (Logman et tal, 1985; Pollock, 1989; cit. por Bologna y Hill, 1993).

IMPLANTACION PROMEDIO FINAL

FAMILIAS	TRATAMIENTO	IMPLANTACION %	CV%
LEGUMINOSAS	QUEMA	24,9	28,9
	SIN QUEMA	34,6	49,2
GRAMINEAS	QUEMA	26,7	64,0
	SIN QUEMA	39,6	46,0

CUADRO 9 : Porcentaje de implantación a 120 días para ambas familias y ambos tratamientos.



Se presentan los promedios de implantación para ambos tratamientos del tapiz y ambas familias (gramíneas y leguminosas) con sus coeficientes de variación de Pearson en el cuadro nueve y en la gráfica siete.

La primera conclusión al ver los datos de ambas familias, son los buenos porcentajes de implantación logrados en ambos tratamientos.

No existieron diferencias significativas entre los tratamientos previos del tapiz, pero es clara la tendencia del mejor comportamiento de ambas familias sobre el bloque cortado.

Las leguminosas lograron una implantación sobre el tratamiento con corte de un 38,9 % superior frente el tratamiento con quema (34,6% vs. 24,9% respectivamente). Mientras que las gramíneas tuvieron una implantación del 48,6 % mayor (39,7% vs. 26,7%). Esta familia mostraría una respuesta mayor a los cambios en la estructura del tapiz por el tratamiento presiembra. Dicho de otra forma al cortar la vegetación hallan más sitios seguros de implantación que las leguminosas.

En ambos tratamientos del tapiz se comportan mejor las gramíneas, siendo en un 7,2 % superiores en el tratamiento con quema y ampliándose a 14,7 % la diferencia en el bloque cortado (Gráfica siete).

Si bien las gramíneas presentan mayor porcentaje de implantación en quema, su comportamiento es más variable con un coeficiente de variación de 64 % frente al 28,9 % de las leguminosas. La variabilidad de ambas familias sobre campo no quemado es media y similar, con un coeficiente de variación del 49,2 % y del 46 % para leguminosas y gramíneas respectivamente.

La variabilidad mayor en gramíneas podría deberse a diferencias importantes en el comportamiento entre especies anuales seleccionadas para cultivos que respondieron a las condiciones climáticas favorables con altos porcentajes de implantación y especies perennes de bajo vigor inicial y

IMPLANTACION : Corte 120 días			
Especies	Pl/m2	% I	Sign.p<=0,05
Lotus c. San Gabriel	262	67,5	a
Bromus commutatus	233	62,7	ab
Lolium m. Matador	228	57,8	ab
Trifolium repens Zapican	210	49,7	abc
Bromus lanceolatus	168	48,1	abc
Lotus c. Ganador	150	38,5	abc
Lolium m. LE284	143	37,4	abc
Lotus tenuis Larranaga	102	23,9	bc
Trifolium repens Bayucua	100	23,7	bc
Lotus s. Rincon	92	23	bc
Lotus tenuis INTA	63	16,2	c
Bromus auleticus	62	16,6	c
Holcus lanatus	60	16	c
Cuadro 10: Implantacion y significancia			

IMPLANTACION: Quema 120 días			
Especies	Pl/m2	% I	Sign.p<-0,05
Bromus lanceolatus	202	57,8	a
Trifolium repens Bayucua	140	33,1	ab
Lolium m. Matador	123	31,2	abc
Lotus c. San Gabriel	122	31,4	abc
Trifolium repens Zapican	120	28,4	abc
Lolium m. LE284	108	28,2	abc
Lotus c. Ganador	98	25,1	abc
Lotus tenuis Larranaga	95	22,3	bc
Lotus s. Rincon	90	22,5	bc
Bromus commutatus	82	22	bc
Bromus auleticus	62	16,6	bc
Lotus tenuis INTA	45	11,6	bc
Holcus lanatus	18	4,8	c
Cuadro 11: Implantacion y significancia			

establecimientos más lentos como *Bromus auleticus* y *Holcus lanatus* que presentaron los valores más bajos de implantación.

Si se analizan solo las gramíneas anuales los porcentajes de implantación son excelentes (mínimo 37,4 %) y además presentan menor variabilidad.

Se analizarán los comportamientos individuales de las especies.

4.2.1. Implantación sobre tapiz cortado.

En el cuadro diez se presentan los porcentajes de implantación promedio y el número de plántulas por metro cuadrado, para las trece especies en experimentación, y la significancia estadística entre sus performances.

Si bien cada especie tendrá sus mínimos de plantas por metro cuadrado adecuados para mantener un mejoramiento productivo, por diferencias en la capacidad colonizadora, estos resultados muestran que todas lograron una buena implantación.

Las especies con menores porcentajes, *Holcus lanatus*, *Bromus auléticus* y *Lotus tenuis* Inta, alcanzaron más de 60 plantas por metro cuadrado.

4.2.1.1. Gramíneas

Las dos gramíneas perennes mostraron los porcentajes más bajos de implantación, 16,6 y 16 % para *Bromus auléticus* y *Holcus lanatus* respectivamente. Este porcentaje representa 62 plantas por metro cuadrado de *Bromus auleticus*, lo que superaría la densidad poblacional considerada adecuada para siembras en cobertura, (50 plantas por metro cuadrado) (Millot com.pers.). Por su muy bajo vigor inicial, demoraría entre 10-15 a 30 días para germinar y el macollaje comienza a los 60 días post-siembra (Olmos, 1985), esto determinaría una implantación muy lenta, lo que en siembras en cobertura la hace más susceptible a la competencia de la vegetación residente. Esto podría explicar el bajo porcentaje de implantación de esta especie en relación a las demás.

A pesar de lo expuesto, *Bromus auléticus* tiene hojas medianamente largas que le permitirían acceder a la luz para competir con las especies residentes (Boy et al, 1985) y además producir tempranamente un sistema radicular muy ramificado, que le permite tolerar condiciones adversas y sobrevivir en el tapiz nativo (Rosengurtt et al, 1984, cit.por Bologna y Hill, 1993).

Holcus lanatus presentó una densidad de plántulas que podría mantener un mejoramiento productivo, pero en relación al resto de las especies y cultivares es baja. El pequeño tamaño de sus semillas le dan un lento desarrollo inicial que lo hace más susceptible a la competencia de la vegetación residente.

El resto de las gramíneas evaluadas, las anuales, presentaron mayores y muy buenos porcentajes de implantación, para siembras en cobertura. La propia característica de anuales con una mayor velocidad de desarrollo inicial les permite un rápido establecimiento en comparación a las perennes.

De las anuales se destacaron *Bromus conmutatus* 62,7 % (233 pl/m²) y *Lolium multiflorum* cv. Matador 57,8 % (228 pl/m²), seguidos de *Bromus lanceolatus* con 48,1 % (168 pl/m²) y *Lolium multiflorum* L.E. 284 con 37,4 % de implantación (143 pl/m²) (cuadro 10).

La diferencia en implantación entre anuales y perennes es esperada ya que las primeras dependen para persistir de sus semillas y por lo tanto de repetir anualmente la germinación y establecimiento. Las perennes presentan además la posibilidad de reproducirse y colonizar vegetativamente el tapiz al año siguiente.

Entre las anuales resalta las diferencias, no significativas, entre los dos cultivares de *Lolium multiflorum*. En ambos tratamientos fue superior el cultivar Matador frente al cultivar L.E. 284; considerando las buenas condiciones de crecimiento dadas, podrían explicarse las diferencias dadas por un mayor vigor inicial de *Lolium m. Matador* que le permitiría competir mejor con la vegetación nativa.

Entre ambos *Bromus* anuales no existieron diferencias significativas y para este tratamiento del tapiz ambos fueron especies de punta.

4.2.1.2. Leguminosas

Las leguminosas mostraron un promedio de implantación alto, 34,6 %, con respecto al bloque quemado y a la vez con un comportamiento muy variable. Se destaca *Lotus corniculatus* variedad San Gabriel con el porcentaje de implantación más alto del ensayo, 67,5 % que representa 262 pl/m², difiriendo significativamente de las otras leguminosas salvo *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. Ganador, con 210 (49,7 %) y 150 (38,5 %) pl/m² respectivamente (cuadro 10).

Con una performance aceptable pero menor están Trébol blanco cv. Bayucúa , *Lotus tenuis* cv. Larrañaga y *Lotus subiflorus* cv. El rincón con valores cercanos a 23 % de implantación que corresponde a 90-100 pl/m².

La leguminosa con menor porcentaje de implantación fue *Lotus tenuis* Inta con 16,2 %, 63 pl/m², lo que es aceptable. Montes y Cahuepé (1985), cit. por Bologna y Hill (1993); hallaron que el establecimiento de *Lotus tenuis* en comunidades densas, mediante siembras de cobertura es problemático debido al lento crecimiento inicial de las plántulas. Sin embargo Risso (1990), halló buenos comportamientos en siembras en coberturas, con importante germinación al segundo año a partir de semillas duras.

Las 100 pl/m² de *Trifolium repens* cv. Bayucúa son más que suficientes para mantener mediante manejo un mejoramiento productivo de esta especie, sin embargo parece haber sufrido la competencia del tapiz nativo ya que el cv. Zapicán logró casi el doble (210 pl/m²) de plantas por metro cuadrado a los 120 días.

Lotus subiflorus, con 92 pl/m² supera ampliamente a las 30-40 plantas consideradas como apropiadas para siembras en cobertura (Carámbula 1993).

IMPLANTACION DE GRAMINEAS

EN AMBOS TRATAMIENTOS

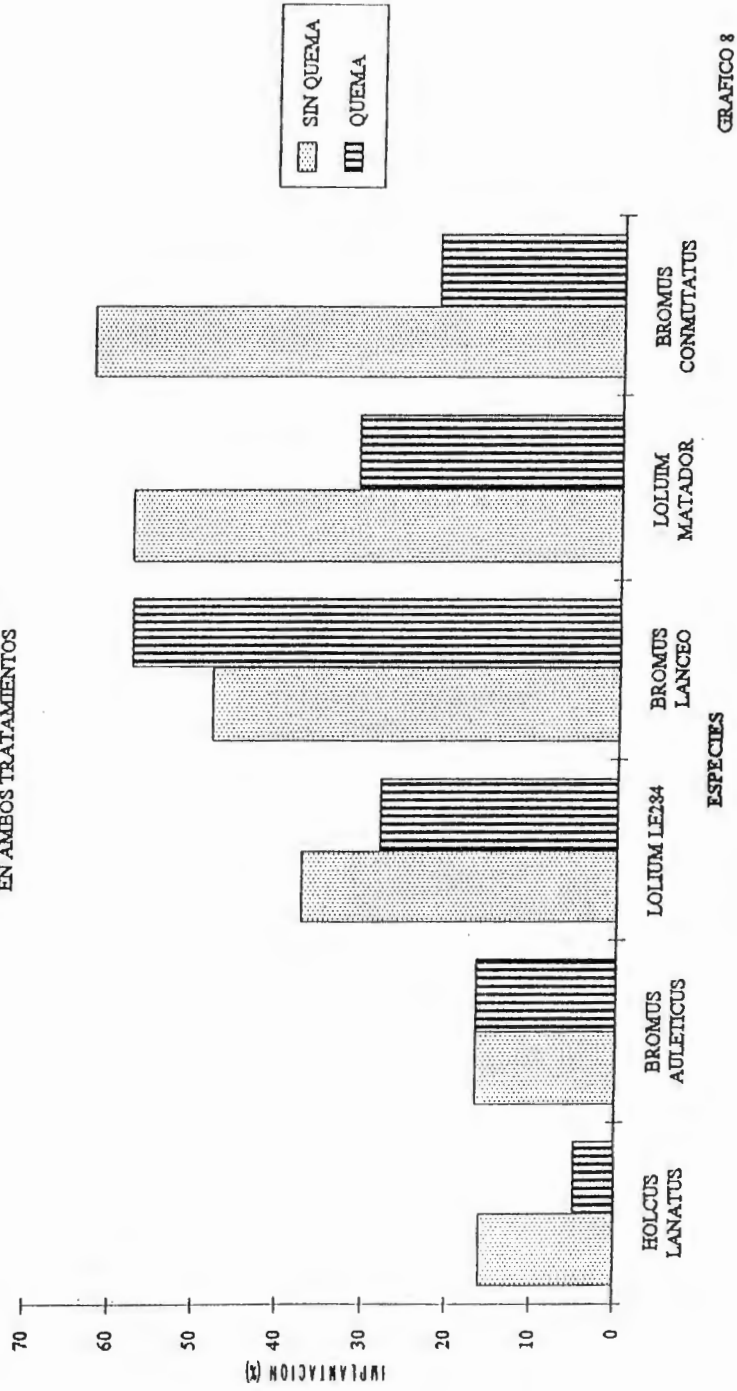
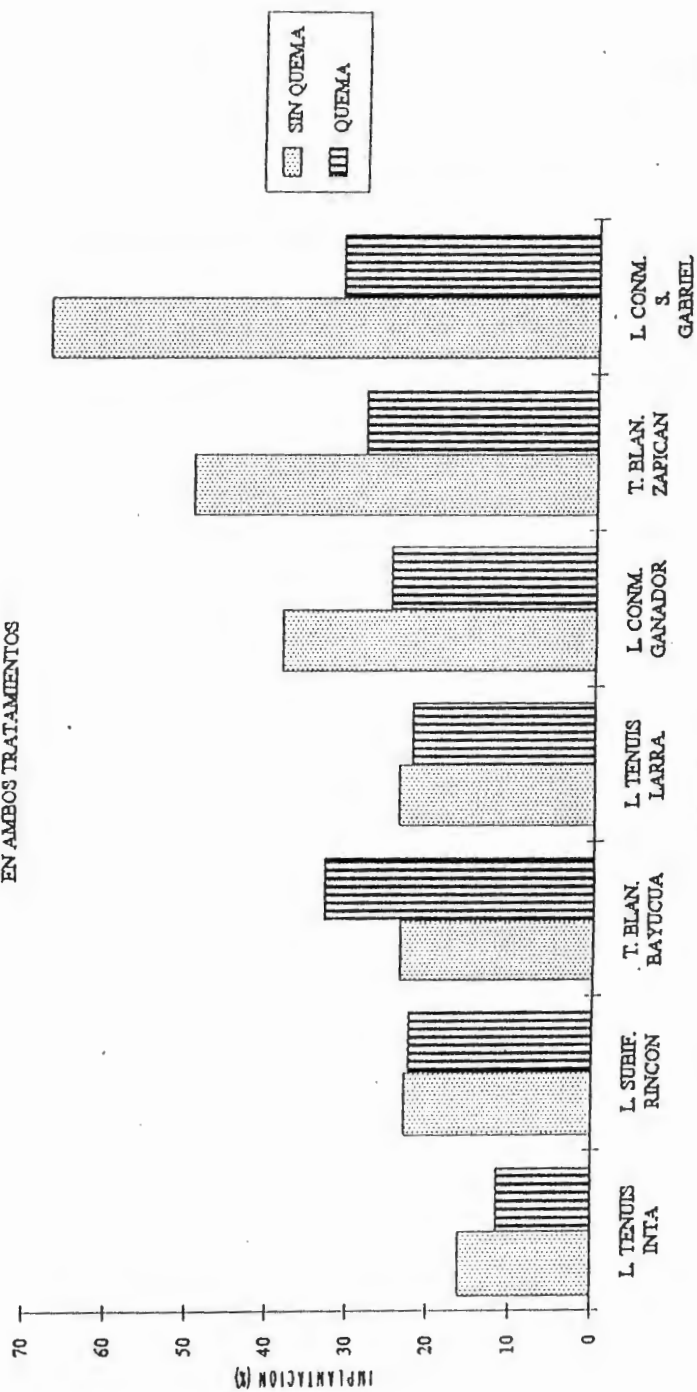


GRAFICO 8

IMPLANTACION DE LEGUMINOSAS

EN AMBOS TRATAMIENTOS



ESPECIES

GRAFICO 9

Al poseer un período de floración prolongado y semillazón abundantes, son semillas de reducido tamaño, con altos porcentajes de dureza que le permite su efectiva resiembra (Gallinal 1990, cit. por Bologna y Hill, 1993).

4.2.2. Implantación sobre tapiz quemado

En este tratamiento se constataron valores más bajos de implantación, pero aún buenos para ambas familias.

Si bien se mantiene una leve ventaja de las gramíneas sobre las leguminosas, 26,7 y 24,9 % respectivamente, se destaca la estabilidad de éstas últimas, con un coeficiente de variación de 28,8 % frente a valores del 64 % para las gramíneas (cuadro nueve).

4.2.2.1 Gramíneas

Bromus lanceolatus fue la única especie que mostró su mejor performance en este tratamiento con un 57,8 % de implantación (202 pl/m²), se destaca por ser la gramínea que promedió más del 50 % de establecimiento en todo el ensayo. La pequeña diferencia a favor del bloque quemado solo indicaría cierta independencia de esta especie a la estructura del tapiz y a la distinta competencia de éste según el tratamiento. Similares observaciones se pueden realizar para *Bromus auléticus* que logró exactamente la misma implantación, 16,6 %, en ambos tratamientos; (Gráfica ocho).

El resto de las gramíneas mostraron valores inferiores en el bloque quemado, algunas con descensos importantes, como *Bromus conmutatus* (22%) y *Lolium multiflorum* Matador (31,2 %) y otras de poca importancia como *Lolium multiflorum* cv. L.E.284 (28,4 %) ; estas especies mantendrían igualmente buenos valores como para permitir la persistencia del mejoramiento.

Holcus lanatus con un 4,8 % de establecimiento o sea 18 pl/m², sería la única especie en el ensayo con una población a los 120 días inferior a la considerada aceptable para mantener el mejoramiento. (Gráfica ocho). Esta espe-

cie muestra un comportamiento de especie seleccionada para cultivo; a los 30 días mostraba un 52,4 % de sus semillas germinadas sobre quema, seguramente estimulada por el contacto semilla-suelo y las buenas condiciones ambientales; sin embargo a los siguientes 30 días, se da una altísima desaparición, manteniendo solo un 7 % de las plántulas sobre las semillas viables por metro cuadrado (Cuadro 15, Dinámica de implantación).

En el bloque sin quemar, la población de plántulas de *Holcus lanatus* nunca alcanzó valores tan altos pero se diferenció por mantener un porcentaje de plantas a lo largo del ensayo (16 a 20 %) finalizando con un aceptable stand de plantas. Podría decirse que el tratamiento previo del tapiz afectó el comportamiento de esta gramínea; sobre el tapiz quemado existiría algún factor, posiblemente mayor fluctuación de la temperatura y menor humedad del suelo, que determinan altas tasas de desaparición de sus plántulas.

El promedio de todas las gramíneas también fue alto a los 30 días, 49,5 % de semillas germinadas algo superior al bloque sin quema (45,1 %). Esto podría deberse al aumento de temperatura del suelo causado por la remoción de la vegetación que intercepta la radiación solar y retarda las pérdidas de calor, además la quema removería sustancias alelopáticas, que se lavan del follaje del mantillo que inhibirían la germinación (Muller,1968, cit por Muller y Christensen, 1975).

Esto sugeriría que la menor implantación final de las gramíneas sobre el tapiz quemado no se debería a problemas en su germinación, sino al balance negativo que se da entre aparición y desaparición de plántulas posterior a su germinación. El alto número de plántulas a los 30 días no encontraría suficientes sitios seguros de implantación para mantenerlas, posiblemente debido a una menor heterogeneidad ambiental sobre el bloque quemado.

4.2.2.2. Leguminosas

Las leguminosas sobre quema obtuvieron una implantación aceptable pero menor en relación al tratamiento con corte de tapiz (24,9 % vs. 34,6 %) (cuadro nueve). En el mismo cuadro se puede apreciar la poca variabilidad, 28,9 % de

coeficiente de variación, en relación al otro tratamiento y a la otra familia. Esto indica, como se puede ver en la Gráfica nueve, que si bien el promedio es más bajo, ninguna especie mostró valores de implantación muy bajos.

El cultivar con menor población a los 120 días de la siembra fue *Lotus tenuis* INTA, con 45 plantas con más de 2 hojas por metro cuadrado, población que para esta especie sería suficiente para garantizar la persistencia y producción del mejoramiento, si se toma a entre 25 y 30 plantas por metro cuadrado como valores mínimos (Montes y Cahuepé 1985). El resto de las especies y cultivares lograron valores de implantación entre 22,3 y 33,1 % lo que evidencia la similitud de comportamiento de esta familia en este tratamiento.

Trifolium repens cv. Bayucúa con 33,1 % de implantación, 140 pl/m², es la única leguminosa que mejoró su población con respecto al bloque sin quemar, superando incluso al cv. Zapicán (28,4 %) opuesto a lo ocurrido con el tratamiento con corte de la vegetación.

Las leguminosas que mostraron excelentes implantaciones sobre el tapiz cortado, son las que tienen mayores reducciones sobre el tratamiento con quema, *Lotus corniculatus* San Gabriel y Ganador y *Trifolium repens* Zapicán, pero siempre manteniendo buenas poblaciones. (gráfica nueve).

Lotus tenuis cv. Larrañaga y *Lotus subiflorus* El Rincón, tuvieron poblaciones prácticamente idénticas en ambos tratamientos previos del tapiz y similares entre si (gráfica nueve).

Llama la atención que sobre el tapiz quemado a lo largo de todos los conteos ninguna de las leguminosas muestra grandes valores de establecimiento. Esto se puede ver en el cuadro 15 y se tratará en Dinámica de la Implantación.

Resumiendo, podría decirse que el ambiente de implantación luego de quemada la vegetación no sería excepcional para ninguna de las leguminosas pero se generarían los sitios seguros de establecimiento para que todas las especies y cultivares de esta familia logren poblaciones

adecuadas para mantener un mejoramiento productivo, (Gráfica nueve).

4.3. ESTUDIO DE LA PRECOCIDAD EN EL DESARROLLO INICIAL

En siembras en cobertura el grado de control del medio ambiente que se logra para una buena implantación es menor que en siembras convencionales. En éstas siembras las condiciones ambientales cobran una importancia fundamental así como la competencia ejercida por el tapiz nativo.

Un elemento importante a considerar para definir el éxito de las especies introducidas en competencia con el tapiz es la precocidad de las mismas, siendo una variable que debe ser considerada al momento de su elección (Carámbula, 1977). Una semilla o una plántula, podría superar e incluso excluir a otro organismo aparentemente superior (plantas adultas) si se apropia rápidamente de los nichos disponibles y aprovecha eficientemente los recursos ambientales (Grubb, 1977; Began et al, 1990; cit por Bologna y Hill, 1993).

Especies con mayor potencial de crecimiento tendrían una mayor capacidad de reacción a las variables ambientales, además podrían ser más eficientes en la obtención de recursos al utilizarlos más velozmente en condiciones de escasez. Por lo tanto la precocidad se la puede considerar como una estrategia más que tienen las especies introducidas para hacer frente a la competencia que ejercen las especies nativas por los recursos disponibles, así como a las condiciones ambientales que están expuestas.

En este trabajo para cuantificar la precocidad se efectuó el estudio de la velocidad de desarrollo inicial, de esta manera se intenta determinar el comportamiento en sus primeras fases de desarrollo de las especies utilizadas. Para este estudio se utiliza un índice de velocidad de desarrollo (Millot com. pers., 1992) cuya elaboración se explica en Materiales y Métodos.

En los cuadros 12 y 13, se aprecia el ranking de velocidad de desarrollo de las especies utilizadas, en ambos tratamientos a los 30 y 60 días.

Las gramíneas anuales se presentaron como las más precoces en ambos tratamientos (quema y sin quema), presentando a los 30 días un desarrollo con predominio de plántulas entre 1 hoja y 2 o más hojas. De las gramíneas anuales la especie con menor índice a los 30 días fue *Bromus lanceolatus*, con 2,33 y 2,32 sobre tapiz cortado y quemado respectivamente (cuadro 12). Esto expresa la alta velocidad de desarrollo de este grupo de especies en ambos tratamientos. Estos datos concuerdan con los hallados por Bologna y Hill, (1993).

En general las especies anuales poseen una mayor velocidad de desarrollo inicial que les permite un rápido establecimiento en comparación con especies perennes (Blackmore 1958; cit. por Bologna y Hill, 1993). Esto se ajusta a su condición de especies ruderales competitivas, por lo que aprovechan rápidamente las ventajas ambientales para un rápido desarrollo fotosintético, que les asegura una adecuada producción de semillas, único medio de sobrevivencia de éstas especies.

Holcus lanatus cv. La Magnolia y *Bromus auleticus* son los componentes de las gramíneas perennes, en promedio menos precoces que las especies anuales, y con comportamiento variable según el tratamiento del tapiz; sus valores de I marcan poblaciones con desarrollo de una hoja y más (cuadro 12).

Las leguminosas tienen una mayor variabilidad en la velocidad de desarrollo entre sus especies y cultivares. En promedio esta familia muestra una menor precocidad que las gramíneas, seguramente explicado por más especies perennes y diferencias en tamaño de semillas característico de cada familia. Dentro de esta familia hay especies de alta velocidad de desarrollo, con predominio de plantas ya en estado de una ó dos ó más hojas y especies con baja precocidad, con plántulas en estado de cotiledón como *Lotus tenuis*, (cuadro 12).

Para visualizar en mejor forma los resultados obtenidos,

Indice de velocidad de desarrollo inicial

CORTE		30 Dias	QUEMA	
Posición / Especie		I	Especie	I
1	Lolium m. MATADOR	2,76	Lolium m. MATADOR	2,54
2	Bromus conmutatus	2,58	Bromus conmutatus	2,42
3	Lolium m. LE 284	2,56	Lolium m. LE 284	2,41
4	Holcus lanatus	2,46	Bromus auleticus	2,34
5	Lotus c. S. GABRIEL	2,35	Holcus lanatus	2,32
6	Bromus lanceolatus	2,33	Bromus lanceolatus	2,32
7	T. repens Zapicán	2,31	L. s. San Gabriel	2,15
8	Lotus c. Ganador	2,26	T. repens Bayucúa	2,07
9	T. repens Bayucúa	2,14	T. repens Zapicán	2,04
10	Lotus sub. Rincón	2,01	Lotus c. Ganador	1,97
11	Bromus auleticus	1,97	Lotus sub. Rincon	1,74
12	Lotus t. INTA	1,54	Lotus t. INTA	1,44
13	Lotus t. LARRAÑAGA	1,46	Lotus t. LARRAÑAGA	1,31
Promedio		2,21	Promedio	2,08

Cuadro 12 : Indice de velocidad de desarrollo a 30 Dias

Indice de velocidad de desarrollo inicial

CORTE		60 Dias	QUEMA	
Posición / Especie		I	Especie	I
1	Bromus conmutatus	2,97	Lotus c. S. Gabriel	2,96
2	T. repens Zapicán	2,96	Lolium m. LE 284	2,92
3	Lotus c. S. Gabriel	2,96	Bromus conmutatus	2,92
4	Lotus c. GANADOR	2,91	Lolium m. MATADOR	2,89
5	Lolium m. LE 284	2,88	Lotus tenuis L.	2,88
6	Lolium m. Matador	2,87	T. repens Zapicán	2,87
7	Bromus lanceolatus	2,85	Bromus lanceolatus	2,85
8	T. repens Bayucúa	2,81	Lotus c. Ganador	2,83
9	Lotus tenuis INTA	2,80	Lotus sub. Rincón	2,83
10	Lotus s. Rincón	2,75	Bromus auleticus	2,81
11	Lotus tenuis LARRAÑAGA	2,74	T. repens Bayucúa	2,81
12	Holcus lanatus LM	2,61	Holcus lanatus LM	2,76
13	Bromus auleticus	2,52	L. tenuis INTA	2,73
Promedio		2,82	Promedio	2,85

Cuadro 13 : Indice de velocidad de desarrollo a 60 Dias

según tratamiento del tapiz, en la gráfica 10 se representan en un par de ejes cartesianos a los índices (I) promedio a los 30 días para quema en las abscisas y para sin quema en ordenadas. Las rectas que pasan por los valores promedio del índice para cada tratamiento definen cuatro zonas; en el cuadrante superior derecho se ubican las especies cuya velocidad de desarrollo supera la velocidad promedio de todas las especies en ambos tratamientos, en el cuadrante inferior izquierdo aparecen aquellas especies con velocidades menores al promedio de todas las especies en ambos tratamientos, en los restantes cuadrantes aparecen las especies en las que su velocidad de desarrollo superó el valor promedio solo en uno de los tratamientos.

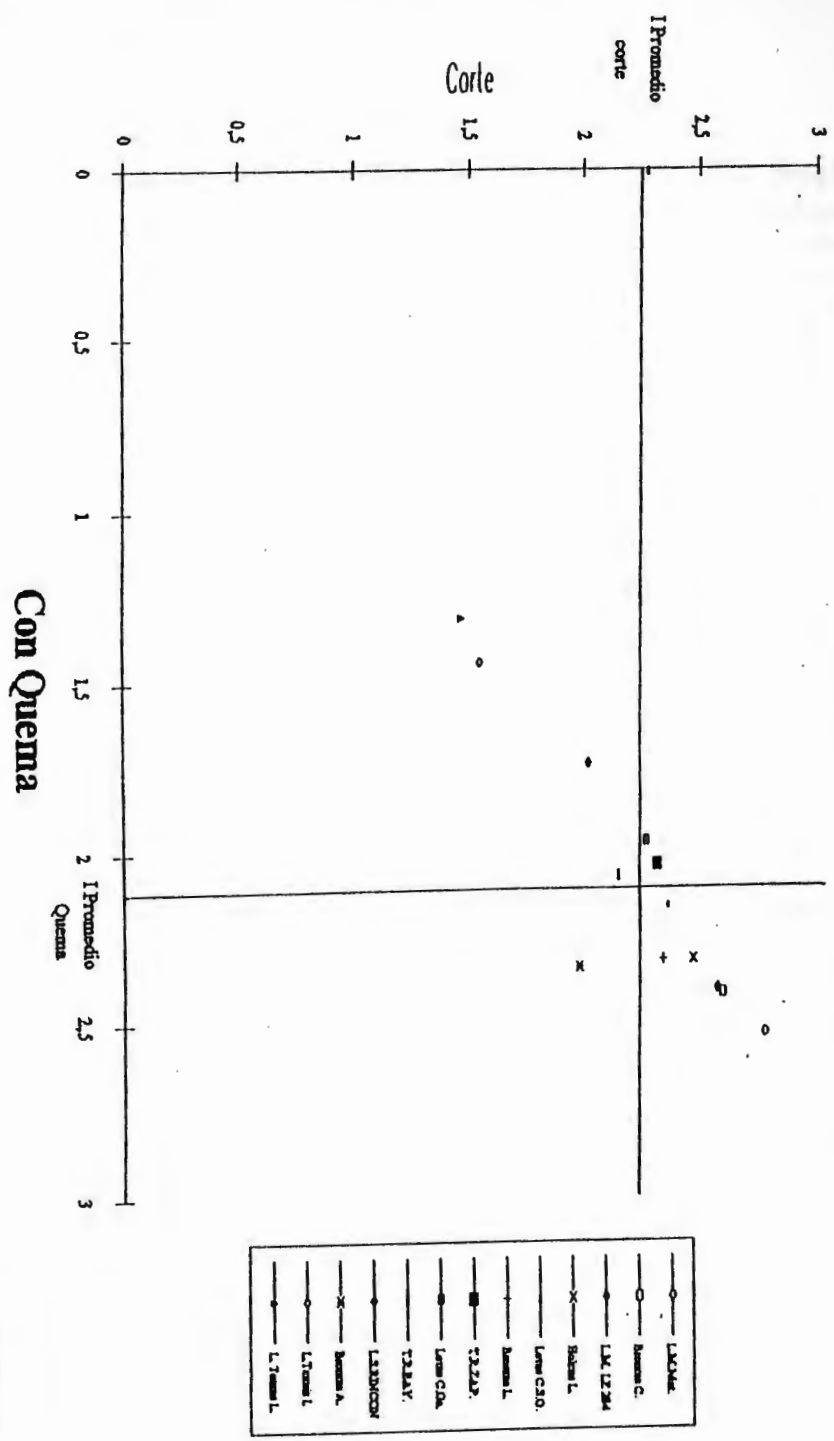
En el tratamiento sin quema el promedio de índice de velocidad de desarrollo de todas las especies fue mayor. Este resultado puede ser debido a la mayor proporción de mantillo en el tratamiento con corte. En los primeros 30 días los principales efectos del mantillo sobre la germinación y el desarrollo temprano de las especies sembradas está relacionado con el mejoramiento de las condiciones de temperatura, humedad y calidad de la luz a la que se encuentran expuestas las semillas al ser sembradas (Army y Hudspeth 1960, cit. por Bologna y Hill 1993). La quema, al reducir el porcentaje de restos secos dejaría a las plántulas expuestas a condiciones ambientales más rigurosas. Una mayor mortandad de plántulas y menor porcentaje de establecimiento, haría más frecuente el porcentaje de plántulas en estado de cotiledón/coleoptile y disminuyendo el índice de desarrollo.

4.3.1. Gramíneas

Tanto los cultivares de *Lolium* como los de *Bromus* anuales se ubican en el cuadrante superior derecho, superando ambos valores promedio, este resultado confirma la mayor velocidad de desarrollo de las gramíneas anuales. Los valores de I cercanos a 3 (2 hojas o más) muestran para las gramíneas anuales poblaciones ya implantadas y competitivas a los 30 días.

Entre las gramíneas perennes sorprende el alto valor de I

INDICE DE VELOCIDAD DE DESARROLLO DE CADA ESPECIE EN AMBOS TRATAMIENTOS



GRAFICA 10

de *Bromus auleticus* sobre tapiz quemado (2,34) en relación al cortado (1,97), siendo la única especie que mejora su performance con el tratamiento de quema. *Holcus lanatus* cv. La Magnolia se ubica en el cuadrante superior derecho, superando ambos promedios. Este, seleccionado para siembras convencionales, tiene un comportamiento más similar a las gramíneas anuales, con altos valores de I.

4.3.2. Leguminosas

Dado el bajo porcentaje de leguminosas en la pastura nativa la introducción de éstas es uno de los objetivos buscados en los mejoramientos extensivos, tanto para la mejora de la calidad de la pastura como de la fertilidad del suelo por su aporte de nitrógeno.

Las leguminosas presentan una velocidad de desarrollo inicial menor al de las gramíneas, esto se debería al tipo de germinación epígea, en la cual el hipocótilo se alarga y eleva los cotiledones sobre el terreno mientras que la radícula debe penetrar al suelo desde el lugar en que se encuentra la semilla (Carámbula, 1977). Estas características junto a otras ventajas comparativas de las gramíneas (presencia de pelos en la coleorriza, raíces laterales, etc..) hacen que el desarrollo de las leguminosas sea más lento.

El *Lotus corniculatus* San Gabriel fue la única leguminosa que superó el promedio en ambos tratamientos, mientras que *Lotus corniculatus* Ganador lo superó en el tratamiento sin quema. Este mayor vigor inicial del cv. San Gabriel estaría determinado por el mayor tamaño de semilla, lo que le permite un mayor desarrollo en condiciones hídricas no limitantes. Estos datos junto con los porcentajes logrados para esta especie en ambos cultivares, confirman el hecho de que a pesar de ser una especie exótica, se adapta en buena forma a siembras en cobertura.

Trébol blanco Zapicán supera el índice promedio en el tratamiento sin quema y el resto de las leguminosas están por debajo del índice promedio en ambos tratamientos.

El *Lotus tenuis* tanto el cv. I.N.T.A. como el Larrañaga

fueron los que mostraron una menor velocidad de desarrollo inicial, esto estaría determinado por una diferente estrategia de germinación, que le permitiría esperar condiciones favorables para su desarrollo, dado por su alto porcentaje de semillas duras. Esto no puede considerarse como una desventaja, ya que a los 60 días su posición en el ranking de desarrollo se ha elevado como se observa en el cuadro 13. El análisis de velocidad de desarrollo se hace en referencia a la población, y el I no se refiere a cada plántula en particular, la germinación más escalonada de *Lotus tenuis* determina una población con bajo índice de velocidad de desarrollo al promediar sus diferentes estados de plántula.

La conclusión que se extrae del cuadro 13, es que los valores de los índices a los 60 días son muy similares, estando todos muy cercanos a tres, y no es posible hacer una separación por grupo de especies o por tratamientos.

Intentando profundizar en la importancia de la velocidad de desarrollo de las diferentes poblaciones en el éxito de las siembras en cobertura, se hallaron los valores de correlación lineal (r) entre el índice de velocidad de desarrollo (I) a los 30 días y los porcentajes de implantación final, a 120 días, para cada tratamiento del tapiz.

Los resultados son de $r = 0,59$ para el tratamiento sin quema y $r = 0,28$ para la siembra sobre tapiz quemado. Se puede hablar de una diferencia clara, con un r medio a alto para el primer caso, y bajo en el segundo. Esto sugeriría que una mayor velocidad de desarrollo que permita una más rápida apropiación de los recursos y del espacio para desarrollarse se relaciona más con una buena implantación final cuando el tapiz nativo fue cortado. La asociación de ambos parámetros es baja en el tratamiento con quema, esto indicaría que la competencia en los primeros 30 días no es una limitante importante para el establecimiento final sobre el tapiz, lo que no excluye que más adelante la competencia del tapiz afecte los porcentajes de implantación.

Sobre el tapiz cortado la competencia en el primer mes es más importante, lo que se refleja en una mayor asociación entre la velocidad de desarrollo de las pobla

ciones de plántulas y el porcentaje de implantación final.

4.4. DINAMICA DE IMPLANTACION

Para analizar la dinámica , de cada especie, desde la siembra hasta la implantación final, se identificó un momento de máxima población y su evolución hasta los 120 días. Los momentos de máxima población surgen de la media de las fechas en que cada repetición tuvo su mayor porcentaje de plantas sobre semillas viables sembradas. Debido a esto los porcentajes de establecimiento máximos pueden superar a los promedios de cada conteo y mostrar una caída más abrupta hasta los 120 días, donde aparece la implantación promedio final.

Por lo mencionado, con este análisis se resaltan las diferentes estrategias de las especies y cultivares en el proceso de establecimiento y también las posibles diferencias según el tratamiento previo del tapiz.

El hecho de que los conteos sean cada 30 días y hay especies con alta velocidad de desarrollo, se pueden ocultar cambios en las poblaciones ocurridos antes del primer conteo o entre ellos.

La gráfica 11 muestra para las trece especies del ensayo, los momentos de máxima población y la implantación final sobre tapiz sin quemar. Se pueden agrupar en tres grupos de acuerdo a las fechas de máxima implantación. Un primer grupo compuesto por *Lolium multiflorum* cv. matador y *Holcus lanatus* v. La Magnolia, y *T. repens* cv. Bayucúa, *L. subiflorus* cv. El Rincón, y *L. corniculatus* cv. Ganador, presenta sus máximos entre los 40 y 50 días post-siembra. Otro grupo con fechas intermedias de altas poblaciones integrado por *Bromus lanceolatus*, *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *T. repens* Zapicán, con máximos entre 60 y 70 días.

Por último el grupo más tardío con máximos poblacionales entre 80 y 110 días formado por *Bromus auleticus* y *Bromus conmutatus*, *Lolium multiflorum* Cv. LE 284 y *Lotus tenuis* Larrañaga e Inta.

Se aprecian estrategias de establecimiento bien diferentes entre las especies. Existirían dos extremos, uno integrado por aquellas con picos poblacionales tempranos pero con ascensos y descensos abruptos, presentando una concentración de la germinación; en el otro extremo estarían las especies con máximos más bajos y más tardíos, con una aparición de plántulas más dilatada en el tiempo.

Es entre las leguminosas que se aprecia una clara diferencia, notándose una germinación más alta y concentrada en aquellas que han sido seleccionadas para siembras convencionales (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*) ó son anuales (*Lotus subiflorus*); y una germinación más distribuida en el período de ensayo de las especies naturalizadas como los dos poblaciones de *Lotus tenuis*.

Se observaron semillas germinando de *Lotus tenuis* hasta fines del ensayo a pesar de que su población siempre fue inferior al resto de las leguminosas, lo que muestra claramente la estrategia de establecimiento de esta especie.

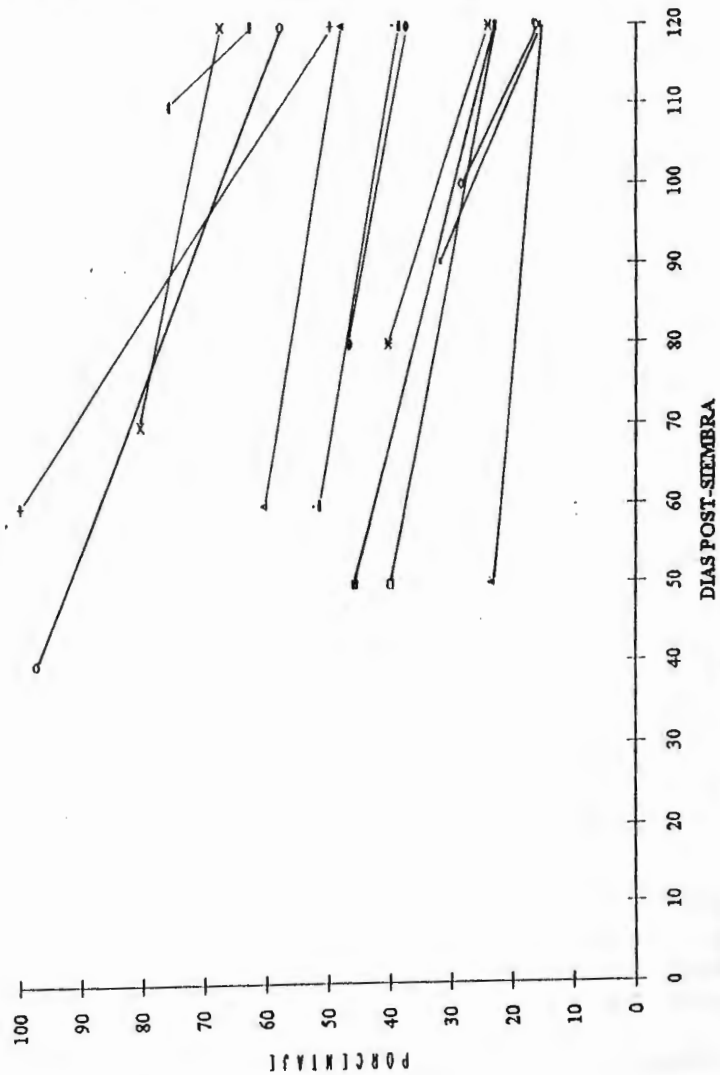
Entre las gramíneas es clara la diferencia de *Lolium multiflorum* cv. Matador, la especie con el momento máximo más temprano (40 días, Gráfica 11), frente al resto. La característica de anuales y seleccionadas para verdes, explicaría que los cultivares del género *Lolium* se adelanten en los máximos poblacionales a las gramíneas perennes o anuales naturalizadas como *Bromus lanceolatus* y *Conmutatus* que tendrían mecanismos que difieren la germinación.

Llama la atención que *Lolium multiflorum* cv. L.E. 284 llegó a su máxima población recién a los 80 días y *Holcus lanatus* La Magnolia (bianual) seleccionado para cultivo ya a los 50 días expresó su máximo.

La dinámica del proceso de establecimiento expresa el balance entre la aparición y desaparición de plántulas en el tiempo. Estaría regido por los patrones de germinación de cada especie o cultivar (aparición) y por la severidad del ambiente para con esas plántulas que determina sus tasas de desaparición. Parecería existir una asociación entre fechas de la máxima población y la tasa de desaparición. Las especies con momentos máximos más tempranos y generalmente altos evidencian las mayores pérdidas de plántulas, caso de *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lolium multiflorum* cv. Matador sobre tapiz cortado.

DINAMICA DE LA IMPLANTACION
CORTE

•	BROMUS LANC
o	LOLIUM MATADOR
-	BROMUS CONMUT
•	LOLIUM LE284
-	BROMUS ADULETICUS
•	HOLCUS LANATUS
o	TB BAYUCUA
+	TB ZAPICAN
x	LC SAN GABRIEL
-	LC GANADOR
■	IS RINCON
x	T TENUS LARRAÑAGA
o	L TENUS INTA



GRAFICA 11: Maximos poblacionales y su evolucion hasta 120 dias

Las especies anuales del género *Bromus* serían una excepción ya que muestran una población alta y muy estable entre los conteos, lo que podría explicarse por una alta sobrevivencia de plántulas que junto a la germinación posterior, que no sería abundante, desplazan el momento de máxima población hacia más adelante. Paracería que este momento podría haber sido , para los *Bromus lanceolatus* y *conmutatus*, en cualquier fecha dada la similitud de los valores a cada conteo (gráfica 12).

Las buenas condiciones ambientales para la implantación del año del ensayo, sobre todo en tapiz cortado, puede ser la causa de máximos más tardíos y mayores, al reducirse la desaparición de plántulas.

Otra estrategia diferenciada sería la de los *Lotus tenuis* que tienen un balance positivo entre aparición y desaparición de plántulas, logrando un aumento del porcentaje de establecimiento conteo a conteo, con máximos más tardíos, posiblemente esto se relacione al alto número de semillas duras que presenta esta especie (gráficas 11 y 13).

Si bien se pueden diferenciar estas estrategias de implantación, la fecha de siembra, algo tardía, puede haber disimulado las diferencias entre momentos de germinación y por ende de máximos. Por ejemplo a 30 días , 14 de Junio, estarían los requerimientos de frío cumplidos para la mayoría de las especies (Launchbauch, 1964).

Los cambios ambientales por diferentes tratamientos previos del tapiz, causaría variaciones en el comportamiento de los cultivares durante el establecimiento. Esto es previsible ya que varía por un lado el número de sitios seguros para la germinación y a la vez la tasa de desaparición de plántulas por cambiar la competencia del tapiz, condiciones hídricas, etc.

Esto es notorio al comparar las gráficas 11 y 14 , es decir los dos ambientes de implantación. Con el tratamiento de quema (Gráfica 14), los momentos de máximos poblacionales se adelantaron prácticamente para todas las especies, con respecto al sin quema (Gráfica 11). Mantienen sus máximos tardíos los *Lotus tenuis*, de acuerdo a la estrategia de establecimiento ya descripta para el

otro ambiente.

Los máximos fueron más tempranos, varias especies a los treinta días, pero no mayores a los vistos en sin quema. Esto estaría señalando que los momentos máximos no estarían dados por germinaciones muy abundantes y concentradas, sino más probablemente por un balance muy negativo entre aparición y desaparición de plántulas hacia los 60 y 90 días posteriores a la siembra, impidiendo así la aparición de máximos posteriores. Esto se presenta más claro en los cuadros 14 y 15 con los porcentajes de establecimiento conteo a conteo.

Con el tratamiento previo de corte, se aprecian especies con balance positivo, otras negativos y también estables entre los conteos; sin embargo sobre campo quemado existió un descenso general hacia los 60 y 90 días con altas tasas de desaparición de plántulas.

La posible explicación de esto, es que las altas mortalidades de plántulas ocurren a lo largo del mes de julio y parte de agosto, cuando se revierten las condiciones climáticas favorables al registrarse temperaturas medias y sobre todo precipitaciones inferiores al promedio de la zona.

La quema al retirar la vegetación del suelo, deja expuesta una superficie ennegrecida, que recibe directamente los rayos solares dando al suelo mayores fluctuaciones de temperatura, mayores temperaturas máximas y menores mínimas y más déficit hídricos (Hobbs y Gimingham, 1987). La humedad del suelo se mantiene menor luego de la quema por un período de tres meses, siendo mayor la reducción a menor profundidad (Hulbert L., 1969).

Frente a estas condiciones más rigurosas, las plántulas establecidas sobre campo quemado estarían más desprotegidas originándose una alta tasa de mortalidad. El mantillo más abundante en el bloque no quemado sería, de acuerdo a la literatura consultada, regulador de la temperatura y humedad. Esto evitaría el secado de los primeros centímetros de suelo permitiendo la sobrevivencia de plántulas y así la expresión de máximos más allá de los 60 días.

DINAMICA DE LA IMPLANTACION

Granulosa-Corte

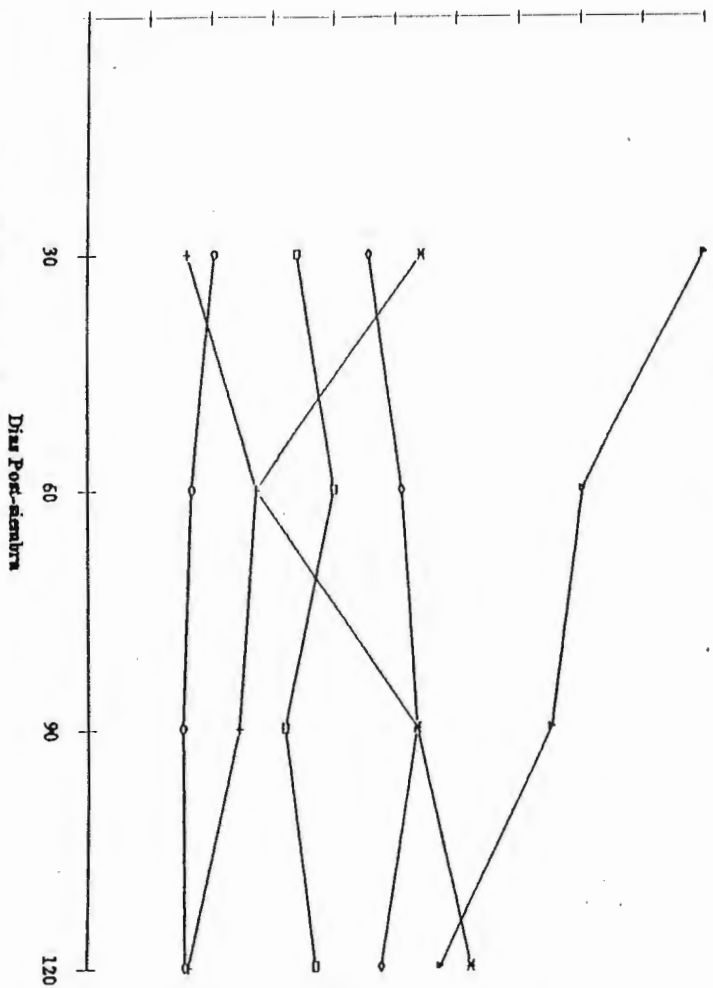
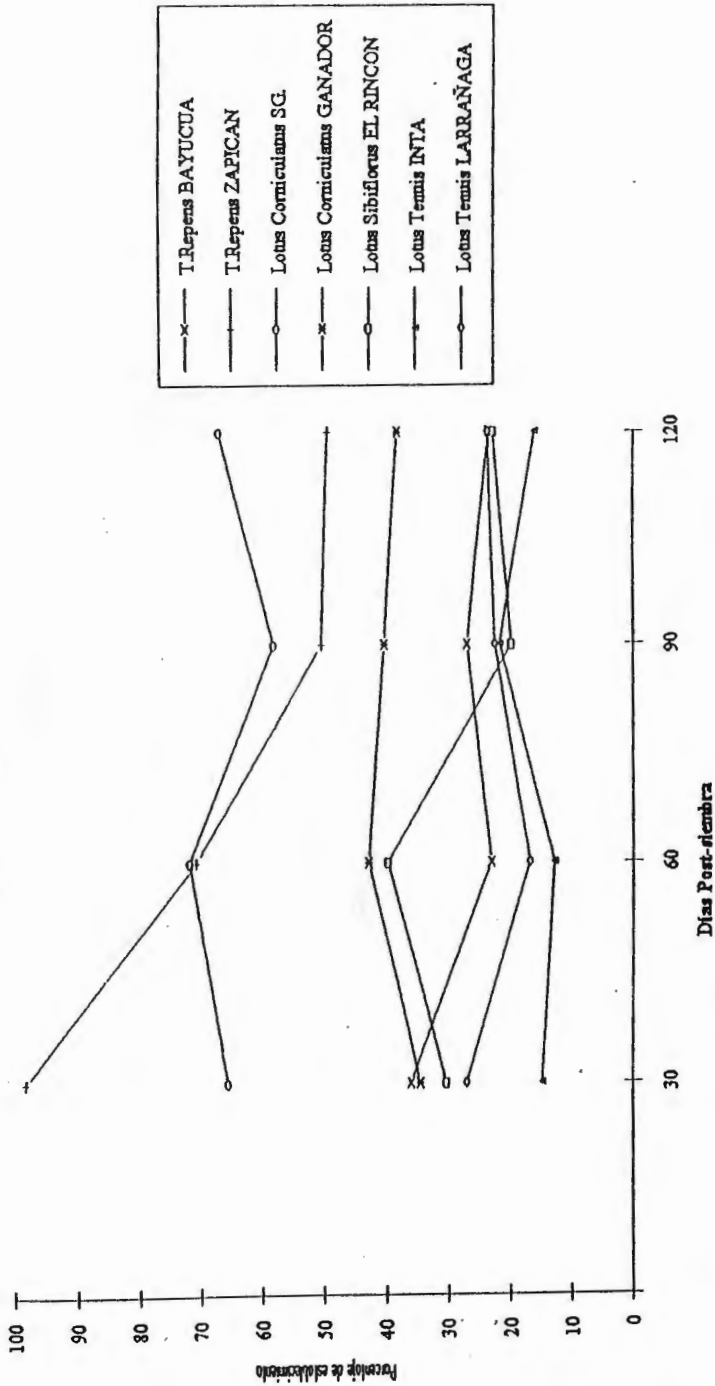


Gráfico 12: Porcentaje de establecimiento en cada cuenta

- Bromus Lanic.
- × Bromus Comm.
- Bromus Anulaticus
- Lolium Mastador
- Lolium IE284
- △ Holcus Lanatus C.M.

DINAMICA DE LA IMPLANTACION

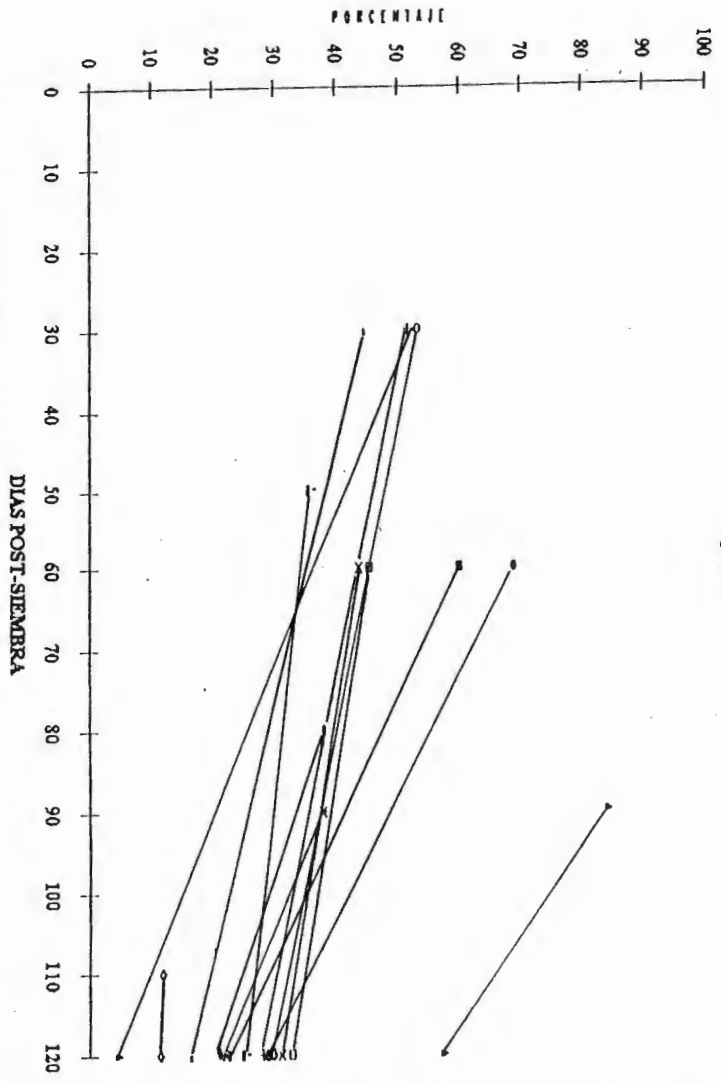
Leguminosas - Corte



Gráfica 13: Porcentaje de establecimiento en cada cultivo

DINAMICA DE LA IMPLANTACION

QUEMA



Gráfica 14: Máximos poblacionales y su evolución hasta los 120 días

- ▲ EROMUS LANC
- LOLITA MATADOR
- EROMUS COMMUT
- LOLITA LEZ4
- EROMUS AULETICUS
- ▲ HOLCUS LANATUS
- TB BAYUCUA
- + TB ZAPICAN
- x LC SAN GABRIEL
- ▲ LC GANADOR
- LS RINCON
- x T TENTIS LARRAÑAGA
- L TENTIS INTA

Holcus lanatus mostró momentos máximos tempranos tanto en el bloque sin quemar como quemado, 50 y 30 días respectivamente. Pero en ambos casos muestra una desaparición de plántulas permanente hasta los 120 días llegando a bajos porcentajes de implantación.

Es de destacar la diferente forma de caída del número de plantas entre los dos tratamientos. Mientras que en sin quema la tasa de desaparición de *Holcus lanatus*, es constante a lo largo del ensayo, con un 20.5 % de establecimiento a los 30 días, llegando a los 120 días con un 16 % de implantación; sobre quema hay a los 30 días un 52,4 % que cae a 7,4 % a 60 días para luego descender a 4,8 % al final del ensayo.

Esto confirmaría las condiciones adversas en torno a los 60 días para las plántulas sobre tapiz quemado y la mayor mortalidad de éstas.

Cabe destacar la estabilidad de *Bromus lanceolatus* a lo largo del ensayo, manteniendo además valores muy altos de establecimiento en todos los conteos.

Bromus conmutatus y *Bromus auleticus* mostraron una caída hacia los sesenta días en el porcentaje de plántulas establecidas, sin embargo a partir de allí logran un balance positivo aumentando la población hacia los 120 días.

Trifolium repens cv. Bayucúa también muestra una clara recuperación a partir de los 60 días superando inclusive al cultivar Zapicán a los 120 días, cultivar que partió de altos valores a los treinta días pero tuvo un balance negativo hasta finales del ensayo.

Ambos *Lotus corniculatus* mostraron momentos máximos tempranos o intermedios y tienen un buen comportamiento en ambos tratamientos del tapiz. Tanto en quema como en corte la variedad Ganador mantiene durante el ensayo un porcentaje de establecimiento constante, mientras que la variedad San Gabriel es más variable.

DINAMICA DE LA IMPLANTACION
(CORTE)

Días	30	60	90	120
<i>Bromus lanceolatus</i>	45,8	51,0	53,8	48,1
<i>Bromus conmutatus</i>	54,3	57,3	53,8	62,7
<i>Bromus auleticus</i>	16,1	27,3	24,6	16,6
<i>Lolium multiflorum</i> Matador	100,0	80,3	75,6	57,8
<i>Lolium multiflorum</i> LK284	34,0	40,0	32,1	37,4
<i>Holcus lanatus</i> L.M.	20,5	16,8	15,4	16,0
<i>T. repens</i> BAYUCUA	36,2	23,2	27,2	23,7
<i>T. repens</i> ZAPICAN	98,3	71,1	50,7	49,7
<i>Lotus corniculatus</i> SAN GABRIEL	65,7	72,2	58,5	67,5
<i>Lotus corniculatus</i> GANADOR	34,7	43,1	40,6	38,5
<i>Lotus subiflorus</i> EL RINCÓN	30,5	40,0	20,0	23,0
<i>Lotus tenuis</i> INTA	14,9	12,9	21,9	16,2
<i>Lotus tenuis</i> LARRARAGA	27,2	16,9	22,7	23,9

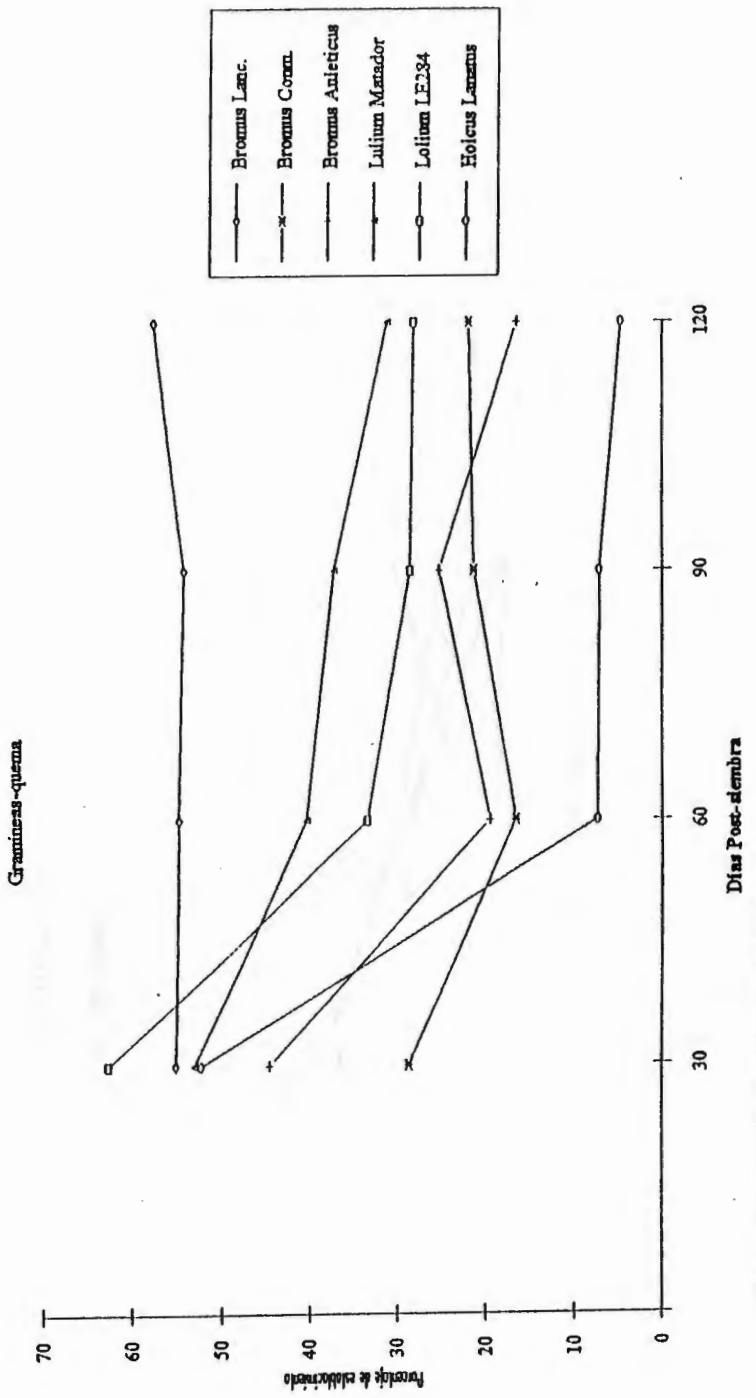
Cuadro 14 : Porcentajes de establecimiento

DINAMICA DE LA IMPLANTACION
(QUEMA)

Días	30	60	90	120
<i>Bromus lanceolatus</i>	55,3	55,0	54,4	57,8
<i>Bromus conmutatus</i>	28,7	16,6	21,5	22,0
<i>Bromus auleticus</i>	44,7	19,5	25,4	16,6
<i>Lolium multiflorum</i> Matador	53,2	40,5	37,3	31,2
<i>Lolium multiflorum</i> LK284	62,8	33,5	28,7	28,2
<i>Holcus lanatus</i> L.M.	52,4	7,4	7,2	4,8
<i>T. repens</i> BAYUCUA	34,3	25,3	26,5	33,1
<i>T. repens</i> ZAPICAN	51,7	37,9	32,0	28,4
<i>Lotus corniculatus</i> SAN GABRIEL	31,7	23,7	21,1	31,4
<i>Lotus corniculatus</i> GANADOR	31,3	32,1	30,8	25,1
<i>Lotus subiflorus</i> EL RINCÓN	37,1	38,7	30,5	22,5
<i>Lotus tenuis</i> INTA	6,9	6,4	7,7	11,6
<i>Lotus tenuis</i> LARRARAGA	12,5	16,4	23,0	22,3

Cuadro 15 : Porcentajes de establecimiento

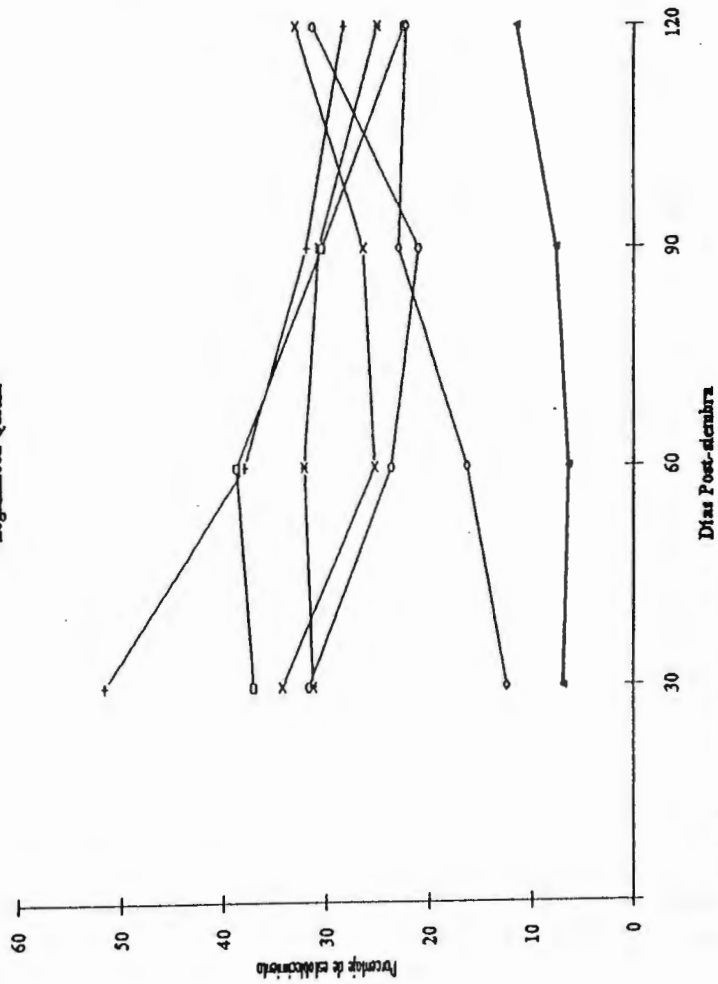
DINAMICA DE LA IMPLANTACION



Grafica 15: Porcentaje de establecimiento en cada cultivo

DINAMICA DE LA IMPLANTACION

Leguminosa-Quema



Gráfica 16: Porcentaje de establecimiento en cada cultivo

En las gráficas 12 a 16 se observa la dinámica de implantación de ambas familias en ambos tratamientos del tapiz.

Llama la atención el bajo porcentaje de establecimiento de las leguminosas sobre tapiz quemado a los 30 días de sembradas, en relación al tratamiento de corte y a las gramíneas (cuadro 16).

Se le asigna al fuego un efecto de estímulo sobre la germinación que acá no se verificaría, salvo que hubiese existido una alta germinación y una alta desaparición de plántulas antes de los treinta días.

La menor variabilidad de las leguminosas sobre quema que se registró en la implantación final ya se expresaba a los treinta días (gráfica 16), con especies sin comportamientos muy diferentes de las demás, como se da sobre tapiz cortado, (gráfica 13), con *Trifolium repens*. Zapicán y *Lotus corniculatus* San Gabriel.

Otra diferencia entre tratamientos para las leguminosas es que sobre corte, prácticamente todas las especies tienen entre los 30 y 120 días algún momento de balance positivo notorio entre la aparición y desaparición de plántulas; mientras que sobre quema prácticamente solo los *Lotus tenuis* evidencian una reposición de la población (gráficas 13 y 16).

En las gramíneas (gráficas 15 y 16) los porcentajes de establecimiento a los 30 días (cuadro 16) son similares. lo que es notorio en las gráficas de esta familia es la estabilidad a lo largo del ensayo de las poblaciones de plantas sobre tapiz cortado, siendo *Lolium multiflorum* cv. Matador la única especie con un descenso constante hacia los 120 días (gráfica 15). Sobre tapiz quemado es *Bromus lanceolatus* la única especie que se mantiene luego de los 30 días, el resto muestra abruptos descensos hacia los 60 días para después mantenerse, y algunas como *Bromus commutatus* y *auleticus*, logran aumentos de la población.

4.5. EFECTO DEL MICROSITIO DE IMPLANTACION

En este apartado se intenta conocer las diferencias en germinación e implantación final según micrositos de establecimiento. Para esto en cada conteo de plántulas se agruparon éstas de acuerdo al lugar donde aparecían. Estas se clasificaban en: sobre material verde (MV), aquellas plántulas que se desarrollaban rodeadas de individuos vivos en crecimiento del tapiz nativo; sobre restos secos (RS), aquellas plántulas nacidas entre residuos vegetales o mantillo; y por último aquellas que aparecían en un área con predominancia de suelo desnudo (SD).

Este análisis busca indicios sobre que microambiente de establecimiento se debe buscar con el tratamiento previo del tapiz para lograr mayores porcentajes de implantación en siembras en cobertura.

Los datos se presentan como porcentaje de establecimiento que representa el número de plantas halladas por metro cuadrado sobre las semillas por metro cuadrado que le corresponde a cada fracción de la cobertura del suelo, MV, RS o SD.

Los resultados en cualquier fecha y tratamiento se repiten, con mayores porcentajes de establecimiento de plántulas sobre la fracción restos secos seguido por las halladas en suelo desnudo y los menores porcentajes de implantación sobre la fracción material verde (cuadro 17).

Sobre quema se da un descenso entre los 30 y 120 días en los porcentajes sobre todos los sitios, con una mayor pérdida de plántulas en proporción, de las establecidas sobre suelo desnudo. con el otro tratamiento del tapiz, corte, existe un descenso menor que el de quema en las fracciones MV y RS, destacándose un aumento importante sobre suelo desnudo (cuadro 17).

Esto lleva a que a los 120 días sobre el tapiz cortado, tanto las plántulas desarrolladas sobre RS o SD tengan altos y similares % de implantación, muy separados de las que crecieron sobre MV (gráfica 17).

Con la quema, la sobrevivencia de plántulas sobre restos secos se despega más de los otros micrositios de establecimiento.

Observando el comportamiento individual de las especies y cultivares (cuadros 18 y 19), se nota que ninguno logró altos % de implantación en sitios ocupados por material verde, o por lo menos muy inferiores a RS y SD, con la única excepción de *Lotus Tenuis* Inta con tratamiento de quema.

Esto sugeriría que para siembras en cobertura el tratamiento previo del tapiz debería orientarse a reducir la fracción verde en crecimiento ya que esto reduciría el número de sitios seguros de establecimiento.

La intensidad y calidad de la luz bajo el material verde podría reducir la germinación, y luego la competencia por luz, humedad y nutrientes reduciría la posibilidad de sobrevivencia de las plántulas.

La implantación sobre material verde es consistentemente baja en ambos tratamientos del tapiz, con valores similares, 15,8 y 19,5% para quema y corte respectivamente (cuadro 17).

Las plántulas nacidas sobre suelo desnudo mostraron buena implantación con el tratamiento de corte del tapiz, pero fue regular, 26,5%, sobre quemado.

Sobre corte varias especies y cultivares tuvieron sus máximos % de implantación sobre suelo desnudo; ambos *Lolium multiflorum*, *Bromus conmutatus*, ambos *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* cv. Bayucúa. Estas mismas especies, en las condiciones posiblemente más rigurosas en tapiz quemado, presentan sus máximos sobre restos secos.

La bibliografía consultada hace referencia a un efecto beneficioso de la remoción del mantillo por la quema en la germinación y producción de la pastura nativa (Grelen y Epps, 1967; Hulbert L., 1969; Christensen y Muller, 1975). Las causas que notan los autores serían la menor intercepción de la luz, la remoción de sustancias inhibitoras, menor competencia por nutrientes y espacio.

Este estímulo del fuego sobre la pastura nativa por quitar o reducir la cama de residuos , podría no ser beneficioso para la introducción de especies en el tapiz por dos causas. Primero por lo visto sobre un menor número de sitios seguros de implantación y segundo por una mayor competencia hacia las plántulas al estimular el rebrote del tapiz nativo.

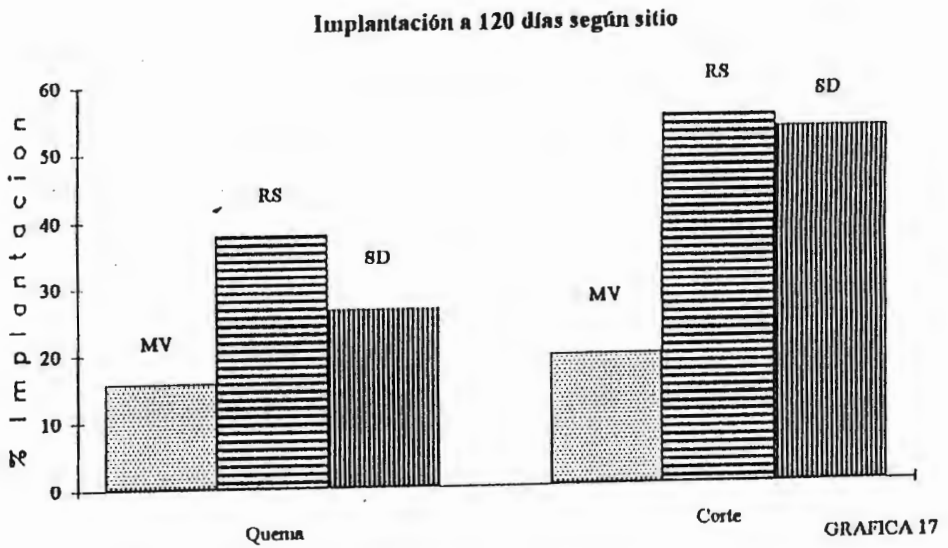
Parecería fundamental en el efecto de la quema sobre el mantillo, la intensidad de ésta. Las quemas muy intensas pueden llegar a eliminar por completo la cubierta vegetal y así dejar más expuestas las semillas en la superficie del suelo. Por ello Cullen, 1969, citado por Bologna y Hill, 1993; sugiere que luego de una quema intensa debería atrasarse la siembra por algún tiempo, hasta que exista cierto recubrimiento del suelo.

Mantener cierta cantidad de mantillo protegería las plántulas, además según la bibliografía consultada, es beneficioso también desde el punto de vista de la conservación del suelo durante y luego del fuego.

La quema poco intensa, con suelo húmedo, sería lo recomendado, y han sido las condiciones de quema de este ensayo; esto explicaría que a los treinta días se registrara un 42,5% de restos secos de la cobertura vegetal del suelo.

Tratamiento	Sitio	30 días	120 días
Quema	MV	18,1%	15,8%
	RS	49,9%	38,1%
	SD	39,5%	26,5%
Corte	MV	21,4%	19,5%
	RS	62,1%	55,3%
	SD	32,3%	53,3%

Cuadro 17: Porcentaje de establecimiento de plántulas sobre el total de semillas viables por metro cuadrado de cada sitio.



COMPORTAMIENTO DE GRAMINEAS SEGUN SITIO DE IMPLANTACION						
	CORTE			QUEMA		
	MV	RS	SD	MV	RS	SD
ESP/CULTIVAR	19,8	94,4	8,5	30,3	88,2	79,7
BROMUS LANCEOLATUS	10,4	92,0	100,0	14,5	52,3	34,2
LOLIUM MATADOR	24,3	99,9	100,0	10,0	39,6	13,6
BROMUS CONNUTATUS	8,5	28,2	13,8	0,0	9,9	6,5
HOLCUS LANATUS	18,7	58,7	61,1	12,8	51,0	15,9
LOLIUM M. LE 284	8,1	24,4	5,5	14,3	26,3	2,5
BROMUS AULETICUS						
CUADRO 18. % DE IMPLANTACION A 120 DIAS SOBRE EL TGTAL DE SEMILLAS POR METRO CUADRADO DE CADA SITIO						

COMPORTAMIENTO DE LEGUMINOSAS SEGUN SITIO DE IMPLANTACION						
	CORTE			QUEMA		
	MV	RS	SD	MV	RS	SD
ESP/CULTIVAR	8,5	23,2	15,0	14,0	9,3	11,2
LOTUS TENUIS INTA	19,1	23,2	43,8	15,2	33,4	30,7
T. REPENS BAYUCUA	38,8	81,2	93,8	28,8	35,2	30,1
LOTUS C. SAN GABRIEL	36,9	70,7	47,5	22,1	34,7	31,1
T.REPENS ZAPICAN	17,2	29,1	18,5	18,2	21,3	41,0
LOTUS S. RINGON	33,0	43,9	44,5	10,8	39,7	27,3
LOTUS C. GANADOR	9,9	44,9	40,6	14,5	33,3	20,9
LOTUS T. LARRANAGA						
CUADRO 19. % DE IMPLANTACION A 120 DIAS SOBRE EL TOTAL DE SEMILLAS POR METRO CUADRADO DE CADA SITIO						

5. CONCLUSIONES

La quema de pasturas naturales se muestra como un tratamiento previo del tapiz más severo que el corte, causando una disminución de las fracciones restos secos y material verde y un aumento en el área de suelo desnudo.

Las malezas totales especialmente las de campo sucio, fueron favorecidas por la quema y aumentaron su proporción. Con este tratamiento se dio también un adelanto en el rebrote de la pastura, produciendo a los 120 días una mayor cantidad de material verde, existiendo una mayor competencia para las especies sembradas.

En ambos tratamientos previos del tapiz y en ambas familias, se lograron buenos porcentajes de implantación. Si bien no hubo diferencias significativas entre tratamientos, existen claras tendencias de mayores valores para el tratamiento con corte, y un mejor comportamiento de las gramíneas sobre las leguminosas. Las gramíneas presentaron una mayor respuesta a los tratamientos y aparecen como más variables entre sí, destacándose las anuales con porcentajes de implantación altos tanto en tapiz quemado como cortado.

Bromus lanceolatus es la única gramínea que muestra su mejor performance sobre quema, siendo además la que presenta el mayor porcentaje de implantación promedio. Por su parte, *Holcus lanatus* mostró una alta mortalidad de plántulas entre los 30 y 120 días post-siembra, logrando una baja implantación final.

Las leguminosas presentaron porcentajes de implantación aceptables con poblaciones adecuadas para mantener un mejoramiento productivo, siendo muy estables entre sí en el tratamiento quema. Si bien esta familia logro similares porcentajes de germinación sobre ambos tapices, la implantación final sobre quema fue menor debido a una mayor mortalidad de plántulas.

Las gramíneas anuales fueron las especies con mayor velocidad de desarrollo inicial, mientras que las perennes fueron más variables según el tratamiento. Las leguminosas

presentan menor velocidad de desarrollo a los 30 días, en especial *Lotus tenuis* que aparece con una germinación más dilatada en el tiempo. En el tratamiento con corte, la velocidad de desarrollo promedio de todas las especies a los 30 días es mayor, existiendo un alto coeficiente de correlación (r) entre velocidad de desarrollo inicial y porcentaje de implantación. Sobre quema el coeficiente de correlación fue medio a bajo, lo que acusa otro efecto distinto a la precocidad, influyendo en la implantación.

Las especies que logran germinaciones más concentradas y obtienen sus poblaciones máximas más temprano, son las que evidencian las mayores pérdidas de individuos a 120 días; las que presentan una germinación más escalonada como *Lotus tenuis* logran sus máximos más tardíos.

En el tratamiento con corte las poblaciones tienden a ser más estables, mientras que en la quema se produce un adelanto en la ocurrencia de los máximos porcentajes de implantación, y para la mayoría de las especies descensos en las poblaciones entre 30 y 90 días siendo más marcado en las gramíneas y coincidente con los meses de bajas precipitaciones.

La mayor implantación ocurre sobre restos secos y la menor sobre material verde; una quema moderada mantiene un adecuado porcentaje de restos secos, por lo tanto mayores cantidades de sitios seguros para la implantación. El objetivo del tratamiento previo por estos resultados debe ser la disminución del material verde, manteniendo alto el porcentaje de restos secos.

Los porcentajes de implantación sobre suelo desnudo son muy distintos según tratamiento del tapiz. Sobre quema la superficie de suelo desnudo ofreció menos sitios seguros de establecimiento que con el corte. Parecería que la cantidad de vegetación residente remanente del tratamiento previo afecta las características de cada fracción como ambiente de implantación.

Prácticamente todas las especies muestran aptitud de implantarse y lograr aceptables poblaciones de plántulas al ser sembradas en cobertura sobre campo quemado.

Por lo aquí presentado la quema de pasturas puede ser una herramienta útil en los mejoramientos extensivos, sería necesario continuar los trabajos de investigación. Estos deberían profundizar en los siguientes aspectos: Persistencia de las especies evaluadas en el verano y los años post-quema.

Respuesta de otras comunidades vegetales comunmente quemadas en el país, como pajonales y espartillares, al fuego y a la introducción de especies en cobertura.

Desarrollar para las diferentes situaciones planes específicos de quema.

6. RESUMEN

Este trabajo comienza con una revisión bibliográfica sobre el uso de la quema como manejo de pasturas nativas. Además se describe un ensayo de evaluación de la implantación de trece especies sembradas en cobertura sobre tapiz quemado y cortado.

El experimento se llevó a cabo en la E.E.S.A.S. (Estación Experimental San Antonio de Salto) perteneciente a la Facultad de Agronomía del Uruguay, situada en Ruta 31, Km 21. En el área de estudio los suelos dominantes son "vertisoles háplicos" y "Brunosoles éútricos típicos" pertenecientes a la unidad Itapebí-Tres árboles.

El ensayo se llevó a cabo durante el período mayo-octubre del año 1992, sobre suelos de la unidad Itapebí- tres árboles, de la carta 1/1.000.000. de la Dirección de Suelos y Fertilizantes, con dominancia de vertisoles háplicos (grumosoles) y brunosoles éútricos típicos (praderas negras mínimas).

Las especies evaluadas fueron: *Bromus lanceolatus*, *Bromus conmutatus*, *Bromus auléticus*, *Lolium multiflorum* cultivares Matador y L.E. 284, *Holcus lanatus* variedad La Magnolia, *Lotus corniculatus* variedades San Gabriel y Ganador, *Lotus subiflorus* cultivar El Rincón, *Lotus tenuis* y *Trifolium repens* variedades Zapicán y Bayucúa.

Se sembró sobre dos tratamientos del tapiz, quema y corte de la pastura. La quema se realizó a favor del viento con briza firme y con alto contenido de humedad en el suelo.

Las condiciones climáticas fueron buenas para el período de germinación y establecimiento, con escasez de precipitaciones entre los 60 y 120 días post siembra. La siembra se efectuó el 14 de mayo de 1992.

La quema causó un crecimiento temprano de la vegetación y aumentó la frecuencia de malezas en las parcelas testigos no sembradas.

Los resultados de implantación a los 120 días fueron muy buenos para ambas familias de especies en ambos tratamientos del tapiz.

Las gramíneas superaron a las leguminosas sobre quemado y cortado. Si bien no hubo diferencias significativas entre tratamientos, ambas familias mostraron mejor comportamiento sobre tapiz cortado.

Todas las especies lograron poblaciones aptas para mantener un mejoramiento productivo a los 120; a excepción de *Holcus lanatus* sobre quema. Se destacaron las gramíneas anuales y los *Lotus corniculatus*.

Las gramíneas anuales mostraron mayor desarrollo inicial, las perennes fueron más variables según tratamiento previo y las leguminosas las de menor precocidad. A los 60 días el desarrollo de las especies es similar.

Existe un coeficiente de correlación alto entre la velocidad de desarrollo inicial a los 30 días y la implantación final sobre tapiz cortado. Fue relativamente baja esta correlación sobre tapiz quemado.

Existieron distintas estrategias de implantación entre las especies, claramente diferenciadas. Las especies seleccionadas para siembras convencionales generalmente muestran máximos poblacionales más tempranos y altos, mientras que especies como *Lotus tenuis* llegan a poblaciones altas al final del ensayo, con germinaciones escalonadas. Sobre tapiz quemado los máximos fueron menores y más tempranos que sobre tapiz cortado.

Los mejores porcentajes de implantación lo lograron las semillas germinadas sobre restos secos o mantillo, seguido por las ubicadas sobre suelo desnudo, y por último las rodeadas de material verde. Las diferencias varían según tratamiento, ya que los porcentajes sobre suelo desnudo en tapiz cortado fueron muy altos, similares a los de restos secos; sobre tapiz quemado el área de suelo desnudo ofrecería menos sitios seguros de implantación.

7. SUMMARY

This work begins with a bibliography revision about the burning and its use on native pasture management. Besides, it describes an experiment in which is evaluated the implantation of thirteen surface sown species on burned and cut vegetation.

This experiment was done from May to October 1992, in EESAS belonging to Uruguay's Faculty of Agronomy which is situated in San Antonio, 31 Route, 21 k,. The study area, in which the dominant soils are Vertisoles háplicos and brunsoles eútricos típicos, belongs to Itapebí - Tres Arboles Unit.

The evaluated species were: *Bromus lanceolatus*, *Bromus conmutatus*, *Bromus auléticus*, *Lolium multiflorum* cv. Matador and L.E. 284, *Holcus lanatus* var. La Magnolia, *Lotus corniculatus* var. San Gabriel and Ganador, *Lotus subiflorus* cv. El Rincón, *Lotus tenuis* and *Trifolium repens* var. Zapicán and Bayucúa.

The sowing was made on May 14, 1992, on burned vegetation and other on cut one. The burning was made with a headfire and strong breeze; and on high soil moisture.

The weather conditions were good in germination and establishment periods but there was not much rainfall from 60 to 120 days after sowing.

Burning causes an early growth of vegetation and increased the weeds frequency in not sowed control plots.

After 120 days, the grasses and legumes had good implantation on both vegetation treatments, although, the first family implantation was better than the second one. Even though, there were not significant differences between treatments, both families had better performance on cut pasture.

At that same date, every species reached enough amount of

plants to maintain a productive improvement, except *Holcus lantus* on cut vegetation. The best were annual grasses and *Lotus corniculatus*.

The annual grasses had the fastest initial development, the perennial ones were the most variable according to previous treatment and the legumes were the slowest. After 60 days every species had similar development.

Exists a high correlation coefficient between initial development speed and the final implantation on cut vegetation. This correlation was low on burned vegetation.

There were different implantation strategies among the species. The species selected for conventional sowing had the highest amount of plants early, while species like *Lotus tenuis* had the highest population at the end of the experiment with stepped germinations. This highest population was less and earlier on burned vegetation than on cut one.

The seeds germinated on canopy had the best implantation, the second best were the seeds germinated on nude surface and the last ones were the seeds surrounded of growing plants. The differences change according to the treatment, since the percentages on nude surface and canopy on cut vegetation were high, while the area of nude surface would have less sure place of implantation on burned vegetation.

8. BIBLIOGRAFIA

- 1 Ahlgren, C.E. 1960. Some effects of fire on reproduction and growth of vegetation in Northeastern Minnesota. Ecology, vol. 41, N°3, pp: 431-445.
- 2 Anderson, K.L. 1965. Time of burning as it affects soil moisture in an ordinary upland bluestem prairie in the Flint Hills. Journal of range management. 18 (6). pp: 311-316.
- 3 Anderson, K.L., Smith E.F. y Owensby C.E. 1970. Burning bluestem range. Journal of range management. 23 (2), pp:81-92.
- 4 Aston, A.R. y Gill, A.M. 1976. Coupled soil moisture, heat and water vapour transfers under simulated fire conditions. Australian journal soil research. Vol. 14, pp:55-66.
- 5 Bailey, A.W. y Anderson, M.L. 1980. Fire temperatures in grass, shrub and aspen forest communities of Central Alberta. Journal of range management. 33 (1), pp:37-40.
- 6 Berretta, E.J. 1992. La quema como herramienta para el manejo del campo natural. Diario Cambio, salto, 8 de Julio de 1992. pág.6.
- 7 Bidwell, T.G., Engle, D.M. y Claypool, P.L. 1990. Effects of spring headfires and backfires on tallgrass prairie. Journal of range management. 43 (3), pp:209-212.
- 8 Blaisdell, J.P. 1953. Ecological effects of planned burning of sagebrush-grass range on the upper Snake river plains. Technical bulletin N° 1075. U.S. department of agriculture, pp:1-39.
- 9 Bologna, J. y Hill, W.
- 10 Box, T.W. y White, R.S. 1969. Fall and winter burning of South Texas brush ranges. Journal of range management. 22 (6), pp:373-376.
- 11 Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur, pp:351-353.
- 12 Carámbula, M. 1993.

13 Christensen, N.L. y Muller, C.H. 1975. Effects of fire on factors controlling plant growth in *Adenostoma chaparral*. Ecological monographs. 45, pp:29-55.

14 Conrad, C.E. y Poulton, C.E. 1966. Effect of a wild fire on Idaho fescue y Bluebunch wheatgrass. Journal of range management. 19 (3), pp:138-141.

15 Coutinho, L.M. 1992. O CERRADO E A ECOLOGIA DO FOGO. Ciencia Hoje. Eco Brasil, pp:131-139.

16 Cox, J.R. 1988. Seasonal burning and mowing impacts on *Sporobolus wrightii* grasslands. Journal of range management. 41(1), pp:12-16.

17 Daubenmire, R. 1968. Ecology of fire in grasslands. Advance in ecological research. Vol.5, pp:209-266.

18 Debano, L. y Conrad, C. 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. Ecology 59 (3), pp:489-497.

19 Dix, R.L. 1960. The effects of burning on the mulch structure and species composition of grassland in Western North Dakota. Ecology, vol. 41, N°1, pp:49-56.

20 Dowling, T.N. 1978. Effect of resident vegetation on establishment of surface sown pasture species at Glen Innes, New South Wales. Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry. Vol.18 (92), pp:411-414.

21 Duvall, V.L. 1962. Burning and grazing increase herbage on Slender bluestem range. Journal of range management. 15 (1), pp:14-16.

22 Duvall, V.L. y Whitaker, L.B. 1964. Rotation burning: A forage management system for longleaf Pine-Bluestem ranges. Journal of range management. 17(6), pp:322-327.

23 Dwyer, D.D. y Pieper, R.D. 1967. Fire effects on Blue grama-Pinyon juniper rangeland in New Mexico. Journal of range management. 20(6), pp:359-363.

24 Elwell, H., McMurphy, W.E. y Santelmann, P.W. 1970. Burning and 2,4,5-T on Post and Blackjack Oak rangeland in Oklahoma. Oklahoma agricultural experiment station. Bulletin 675, pp:3-10.

25 Engle, D.N., Bidwell, T.G., Stritzke, J.F. y Rollins, D. 1990. Atrazine and burning in tallgrass prairie infested with prairie threeawn. *Journal of range management*. 43(5), pp:424-427.

26 Formoso, D. 1991. Mejoramiento de campos bajos dominados por paja mansa (*Paspalum quadrifarium*). *Lana Noticias*, julio 1991. N° 97, pp:30-33.

27 Frangi, J.L., Ronco, M.G., Sánchez, N.E., Vicari, R.L. y Rovetta, G.S. Efecto del fuego sobre la composición botánica y dinámica de la biomasa de un pastizal de Sierra de la ventana (Buenos Aires, Argentina). *Darwiniana* vol.22, N°4, pp:565-585.

28 Gifford, G.F. 1982. Impact of burning and grazing on soil water patterns in the Pinyon-juniper type. *Journal of range management*. 35(6), pp:696-699.

29 Gifford, G.F. 1981. Impact of burning Pinyon-juniper debris on select soil properties. *Journal of range management*. 34(5), pp:357-359.

30 Gillen, R.L., Rollins, D. y Stritzke, J.F. 1987. Atrazine, spring burning and nitrogen for improvement of tallgrass prairie. *Journal of range management*. 40(5), pp:444-448.

31 Grant, S.A. y Hunter, R.F. 1967. Interactions of grazing and burning on heather moors and their implications in heather management. *Journal of the British grassland society*. Vol.23, N°4, pp:285-293.

32 Grant, S.A., Hunter, R.F. y Cross, C. 1963. The effects of muirburning *Molinia*-dominant communities. *Journal of the British grassland society*. Vol.18, N°3, pp:249-257.

33 Graves, J.E. y McMurphy, W.E. 1969. Burning and fertilization for range improvement in Central Oklahoma. *Journal of range management*. 22(3), pp:165-166.

34 Grelen, H.E. y Epps, E.A. Jr. 1967. Herbage response to fire and litter removal on Southern Bluestem range. *Journal of range management*. 20(6), pp:403-405.

35 Hadley, E.B. y Kieckhefer, B.J. 1963. Productivity of two prairie grasses in relation to fire frequency. *Ecology*. Vol.44, N°2, pp:389-395.

- 36 Hamilton, W.T. y Scifres, C.J. 1982. Prescribed burning during winter for maintenance of Buffelgrass. *Journal of range management*. 35(1), pp:9-12.
- 37 Hilmon, J.B. y Hughes, R.H. 1965. Fire and forage in the Wiregrass type. *Journal of range management*. 18(5), pp:251-255.
- 38 Hobbs, R.J. y Gimingham, C.H. 1987. Effects of fire on habitat and vegetation.. *Advances in ecological research*. Vol.16, pp:112-129.
- 39 Hulbert, LL.C. 1969. Fire and litter effects in undisturbed Bluestem prairie in Kansas. *Ecology*, 50, pp:874-877.
- 40 Klett, W.E., Hollingsworth, D. y Schuster, J.L. 1971. Increasing utilization of weeping Lovegrass by burning. *Journal of range management*, 24(1), pp:22-24.
- 41 Launchbaugh, J.L. 1964. Effects of early spring burning on yields of native vegetation. *Journal of range management*, 17(1), pp:5-7.
- 42 Lemon, P.C. 1967. Effects of fire on an African plateau grassland. *Ecology*, Vol.49, N°2, pp:316-322.
- 43 McMurphy, W.E. y Anderson, K.L. 1965. Burning Flint Hills range. *Journal of range management*, 18(5), pp:265-269.
- 44 Melgoza, G. y Nowak, R.S. 1991. Competition between Cheatgrass and two native species after fire: implications from observations and measurements of root distribution. *Journal of range management*, 44(1), pp:27-33.
- 45 Miller, H.P. 1967. The effects of pre-treatment of native pasture and sowing rate on establishment of Townsville lucerne on tippera clay loam at Katherine, N.T. *Australian journal of experiment agriculture and animal husbandry*. Vol.7, pp:515-518.
- 46 Montes y Cahuepé,
- 47 Mutch, R.W. 1970. Wildland fires and ecosystems- a hypothesis. *Eco-*
logy, vol.41, N°6, pp:1046-1051.

48 Nimir, M.B. y Payne, G.F. 1978. Effects of spring burning on a mountain range. Journal of range management, 31(4), pp: 259-264.

49 Norman, M.J. 1963. The short term effects of time and frequency of burning on native pastures at Katherine, N.T.. Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry. Vol.3, N°8, pp:26-30.

50 Norton, B.E. y McGarity, J.W. 1965. The effect of burning of native pasture on soil temperature in Northern New south Wales. Journal of the British grassland society, Vol. 20, N°2, pp:101-106.

51 Olmos,

52 Owensby, C.E. y Anderson, K.L. 1967. Yield responses to time of burning in the Kansas Flint Hills. Journal of range management, 20(1), pp:12-16.

53 Owensby, C.E. y Smith, E.F. 1979. Fertilizing and burning. Flint Hills Bluestem. Journal of range management, 32(4), pp:254-258.

54 Patton, B.D., Hironaka, M. y Bunting, S.C. 1988. Effect of burning on seed production of Bluebunch wheatgrass, Idaho fescue and Columbia needlegrass. Journal of range management, 41(3), pp:232-234.

55 Pechanec, J., Stewart, G. y Blaisdell J. 1954. Sage brush burning. Good and bad. USDA Farmer's bulletin, N°1948, pp:1-34.

56 Peek, J.M., Riggs, R.A. y Lauer, J.L. 1979. Evaluation of fall burning on Bighorn sheep winter range. Journal of range management, 32(6), pp:430-432.

57 Powell, J., Zawi H.T., Crockett, J.J., Croy, L.I. y Morrison, R.A. 1975. Central Oklahoma rangeland response to fire, fertilization and grazing by sheep. Rangeland response, Oklahoma agricultural experiment station. pp:1-25.

58 Ralphs, M.H. y Busby, F.E. 1979. Prescribed burning: Vegetative change, forage production, cost, and returns on six demonstration burns in Utah. Journal of range of management, 32(4), PP:267-270.

59 Risser, P.G., Birney, E.C., May, S.W., Parton, W.J. y Wiens, J.A. 1984. The true prairie ecosystem. WS/IBP Synthesis series/16. pp:405-432.

60 Roberts, F.H., Britton, C.M., Wester, D.B. y Clark, R.G. 1988. Fire effects on Tobosagrass and Weeping lovegrass. Journal of range management, 41(5), pp:407-410.

61 Robocker, W.C., Gates, D.H. y Kerr, H.D. 1965. Effects of herbicides, burning and seeding date in reseeding an arid range. Journal of range management, 18(3), pp:114-118.

62 Rosengurtt, B. 1977. Apuntes cátedra de forrajeras, Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay. Repartidos N°350 y N°560. (mimeografiado).

63 Ruyle, G.B., Roundy, B.A. y Cox, J.R. 1988. Effects of burning on germinability of Lehmann lovegrass. Journal of range management, 41(5), pp:404-410.

64 Steuter, A.A. 1987. C3/C4. Production shift on seasonal burning. Northern mixed prairie. Journal of range management, 40(1), pp:27-31.

65 Stinson, K.J. y Wright, H.A. 1969. Temperatures of headfires in the southern mixed prairie of Texas. Journal of range management, 22(3), pp:169-174.

66 Stocker, G.C. y Sturtz, J.D. 1966. The use of fire to establish Townsville lucerne in the Northern territory. Australian journal of experimental and animal husbandry. Vol.6, pp:277-279.

67 Svejcar, T.J. y Bowning, J.A. 1988. Growth and gas exchange of *Andropogon gerardii* as influenced by burning. Journal of range management, 41(3), pp:239-244.

68 Trlica, M.J. Jr. y Schuster, J.L. 1969. Effects of fire on grasses of the Texas High Plains. Journal of range management, 22(5), pp: 329-333.

69 Ueckert, D.N., Whigham, T.L. y Spears, B.M. 1978. Effect of burning on infiltration, sediment, and other soil properties in a Mesquite-Tobosagrass community. Journal of range management, 31(6), pp:420-425.

70 Vlamis, J. y Gowans K.A. 1961. Availability of nitro

gen, phosphorus, and sulfur after brush burning. Journal of range management, 14(1), pp:38-41.

71 Vogl, R.J. 1965. Effects of spring burning on yields of brush prairie savanna. Journal of range management, 18(4), pp:202-205.

72 Whisenant, S.G. y Uresk, D.W. 1990. Spring burning Japanese bromus in a western Wheatgrass community. Journal of range management, 43(3), pp:205-208.

73 Winkel, V.K., Roundy, B.A. y Cox, J.R. 1991. Influence of seedbed microsite characteristics on grass seedling emergence. Journal of range management, 44(3), pp:210-214.

74 Wright, H.A. 1974. Effect of fire on Southern mixed prairie grasses. Journal of range management, 27(6), pp:417-420.

75 Wright, H.A. 1969. Effect of spring burning on Tobosa-grass. Journal of range management, 22(6), pp:425-427.

76 Wright, H.A., Bunting, S.C. y Nwenschwander, L.F. 1976. Effect of fire on Honey mesquite. Journal of range management, 29(6), pp:467-472.

77 Wright, H.A., Churchill, F.M. y Stevens, W.C. 1976. Effects of prescribed burning on sediment, water yield, and water quality from Dozed juniper lands in Central Texas. Journal of range management, 29(4), pp:294-299.